PHI 从脑到灵魂的旅行

心思大开 日常生活的神经科学

元认知 改变大脑的顽固思维

你的大脑，你的生产力

上脑与下脑 找到你的认知模式

重塑大脑 重塑人生

触碰神经 我即我脑

意识与脑 一个还原论者的浪漫自白

贪婪的大脑 为何人类会无止境地寻求意义



贪婪的大脑

The Ravenous Brain

How the New Science of Consciousness Explains Our Insatiable Search for Meaning

为何人类会无止境地寻求意义

丹尼尔·博尔（Daniel Bor）著
林旭文 译

脑科学研究专家唐孝威院士
意识领域知名学者、浙江大学李恒威教授 撰文推荐

如果你曾思考过意识问题，你会喜欢上这本书

如果你从未思考过，那么这本书是一个很好的开头

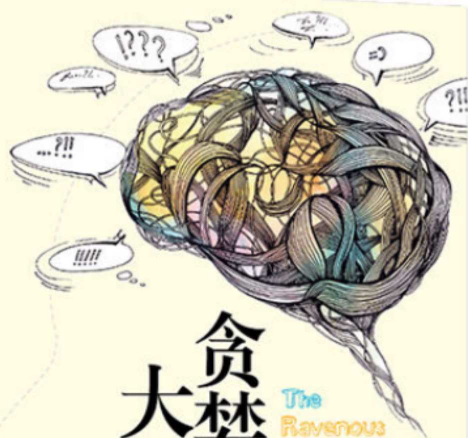
漫话意识本质的故事

领悟人之为人的意义

机械工业出版社
China Machine Press

VISIT...

LANZAROTE Caliente.com



贪婪的大脑

The Ravenous Brain

How the New Science of Consciousness Explains Our Insatiable Search for Meaning

为何人类会无止境地寻求意义

丹尼尔·博尔（Daniel Bor）著

林旭文 译

脑科学研究专家唐孝威院士
意识领域知名学者、浙江大学李恒威教授 撰文推荐

如果你曾思考过意识问题，你会喜欢上这本书
如果你从未思考过，那么这本书是一个很好的开头
漫话意识本质的故事
领悟人之为人的意义

机械工业出版社
China Machine Press

贪婪的大脑 为何人类会无止境地寻求意义 丹尼尔·博尔 著

意识与脑 一个还原论者的浪漫自白 [美]克里斯托弗·科赫 著

触碰神经 我即我脑

重塑大脑 重塑人生 [美]诺曼·道伊奇 著

上脑与下脑 找到你的认知模式 [美]斯蒂芬M.科斯林 G.韦恩·米勒 著

你的大脑，你的生产力

元认知 改变大脑的顽固思维 [美]大卫·迪绍夫 著

心思大开 日常生活的神经科学

PHI 从脑到灵魂的旅行

大脑认知系列共9册（《贪婪的大脑》）、《重塑大脑》、《意识与脑》、《上脑与下脑》等）

（美）查普曼（Chapman,S. B.）;（美）科克兰德（Kirkland,S.）;（美）斯蒂芬 M. 科斯林（Stephen M.Kosslyn）;G.韦恩 米勒（G.Wayne Miller）;（美）诺曼·道伊奇（Norman Doidge）;（美）大卫·迪绍夫（David DiSalvo）;（美）约翰逊（Johnson,S.）;（美）朱利奥.托诺尼（Giulio Tononi）;丹尼尔·博尔（Daniel Bor）;（美）克里斯托弗·科赫（Christof Koch）;（美）丘奇兰德（Churchland,P. S.）　著

套书纸版由机械工业出版社出版，电子版由华章分社（北京华章图文信息有限公司，北京奥维博世图书发行有限公司）全球范围内制作与发行。

版权所有，侵权必究

客服热线：+ 86-10-68995265

客服信箱：service@bbbvip.com

官方网址：www.hzmedia.com.cn

新浪微博 @华章数媒

微信公众号 华章电子书（微信号：hzebook）

目录

贪婪的大脑：为何人类会无止境地寻求意义

意识与脑：一个还原论者的浪漫自白

触碰神经：我即我脑

重塑大脑，重塑人生

上脑与下脑：找到你的认知模式

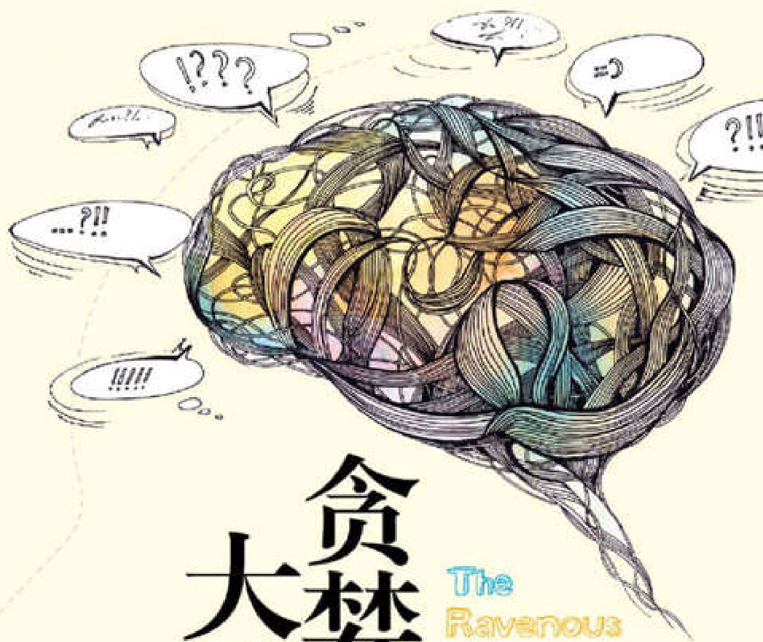
你的大脑，你的生产力

元认知：改变大脑的顽固思维

心思大开：日常生活的神经科学

PHI：从脑到灵魂的旅行





贪婪的大脑

The Ravenous Brain

How the New Science of Consciousness Explains Our Insatiable Search for Meaning

为何人类会无止境地寻求意义

丹尼尔·博尔（Daniel Bor）著

林旭文 译

脑科学研究专家唐孝威院士
意识领域知名学者、浙江大学李恒威教授
撰文推荐

如果你曾思考过意识问题，你会喜欢上这本书

如果你从未思考过，那么这本书是一个很好的开头

漫话意识本质的故事

顿悟人之为人的意义



机械工业出版社
China Machine Press

贪婪的大脑

The Ravenous Brain: How the New Science of Consciousness Explains Our Insatiable Search for Meaning

[英]丹尼尔·博尔（Daniel Bor）　著

林旭文　译

ISBN：978-7-111-44310-0

本书纸版由机械工业出版社于2013年出版，电子版由华章分社（北京华章图文信息有限公司）全球范围内制作与发行。

版权所有，侵权必究

客服热线：+ 86-10-68995265

客服信箱：service@bbbvip.com

官方网址：www.bbbvip.com

新浪微博 @言商书局

腾讯微博 @bbb-vip

目　录

推荐序一

推荐序二

译者序

前言

第1章　哲学视域下的意识难题

技术层面的心电感应

哲学与科学的对抗

笛卡尔与身心二元论

幽灵离去的现代

感觉的不可穿透性

程序有感觉吗

计算机真的能懂中文吗

已知世界中最为复杂的对象——人类大脑

人造意识案例

主观性地位的削弱

人类不屈不挠的精神

第2章　大脑进化简史：思维的科学

大自然的第一课是失败

进化的本质

复制复杂的化学结构与叛逆的后代

生活在混乱边缘

RNA与DNA

具有普遍性的基因语言

逆境中的革新

保持基因活力的三种方式——基因突变、性繁殖与死亡
激发基因活力的其他途径
合作和不同层次的信息处理
天才的细胞
内在进化
大脑的计算功能
广阔的内在世界
第3章　冰山一角：无意识的局限性
一次失去意识的经历
大脑的进化过程
无意识状态下神经元的同步性
无意识状态下能学到什么
无意识真的比意识优越吗
在不知不觉中掌握知识
无意识掌控大局
我们有选择的自由吗
奔向自由意志
第4章　关注模式：意识的内容
出神的危险性
注意汇集原始数据以建构经验
视而不见的现象
一个更明亮、更富生气的世界
思维的原子
激烈的神经元战争
意识的形成
对情感价值的过高评价

意识的层次
最多只有4个意识隔间
每个意识隔间都能处理极其复杂的对象
贬低经验的丰富性？
组块与意识
语言仅仅只是一种意识组块吗
组块的作用及自我意识的尴尬处境
第5章　意识神经科学
扎加尼加的一次经历
大脑产生意识
打开意识的闸门
盲视——意识神经科学的死胡同
通往意识的视觉通道
前额叶-顶叶网络与意识的关系
前额叶-顶叶网络受损的患者的情况
忽视现象
前额叶-顶叶网络受损导致意识水平下降
前额叶-顶叶网络的功能
前额叶-顶叶网络、意识及组块的关系
和谐的经验
各种意识理论
解释经验
第6章　解读动物的意识
温柔的黑猩猩与反复无常的倭黑猩猩
狡猾的乌鸦
动物有自我意识吗

根据赌博性选择判断有无意识

动物的组块能力

婴儿的意识

以大脑生理特征衡量动物的意识水平

章鱼的意识水平

量化意识

伦理学意义

经验的质量与数量

第7章　游走在脆弱的意识边缘：大脑严重损伤和意识障碍

只是太复杂？

一场不确定的曲折战斗

生与死之间的薄纱

从内部观察意识

通过大脑活动进行沟通

检查意识神经通路的完整性

修复并非易事

第8章　意识异常导致的精神疾病

破碎的意识

自闭症与意识过度

睡眠的重要性

工作记忆失灵

神经递质失衡导致意识异常

认知训练方法

压力与意识的对抗

冥想的作用

恢复意识的不同方法

结语
致谢
参考文献

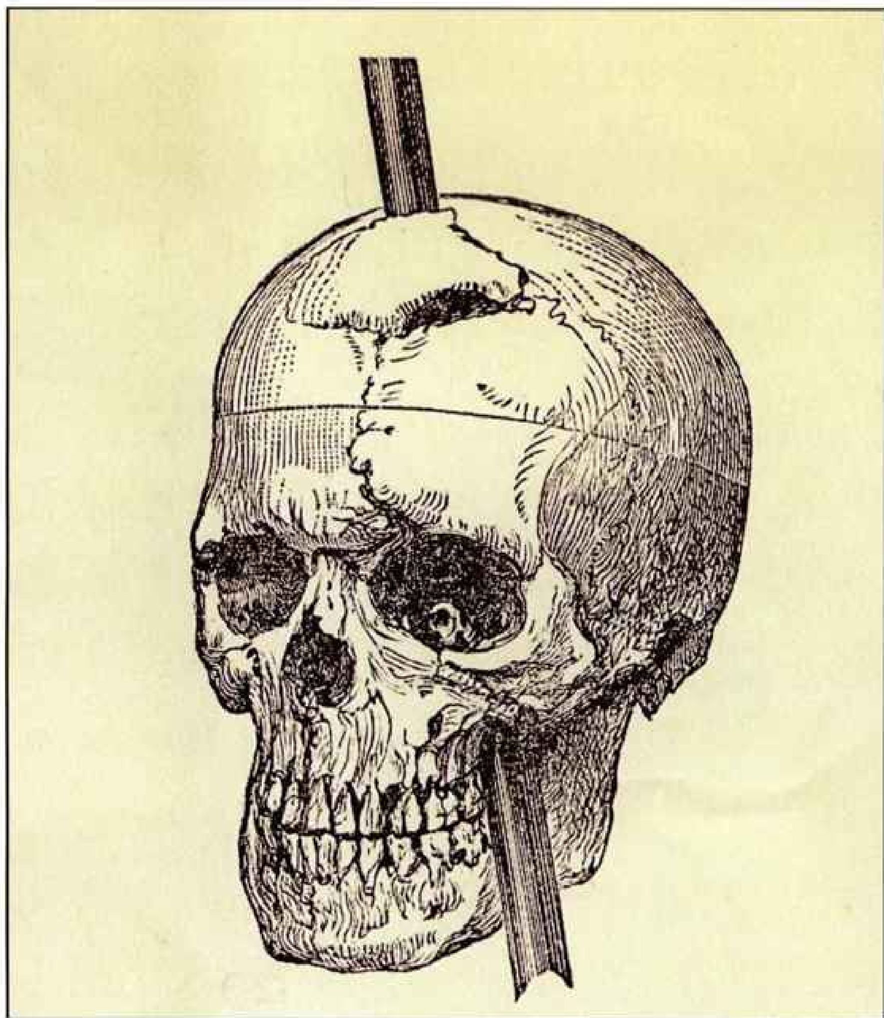
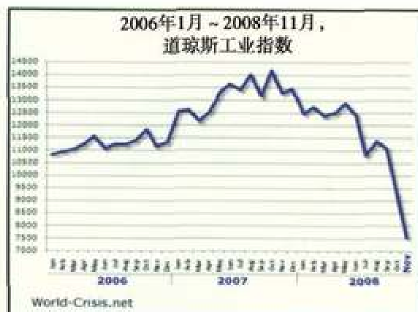


图　1　哈洛医生所画示意图。一根铁夯穿过菲尼亚斯·盖奇的头盖骨和大脑。







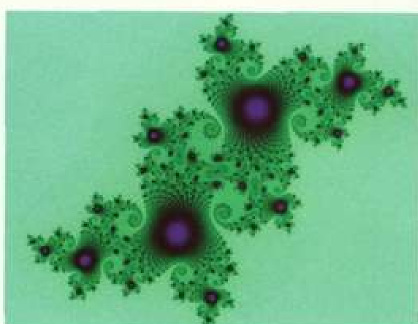


图　2　从潜在的简单的结构、规则或行为中产生复杂性的各种例子。

左上角：2007~2008年，信贷危机引起道琼斯指数下跌。

右上角：一群蚂蚁相互合作，将一段间隔连接起来，而这项工程对一只蚂蚁来说太巨大，无法独立完成。

左下角：漩涡状星系。

右下角：朱莉亚集分形。

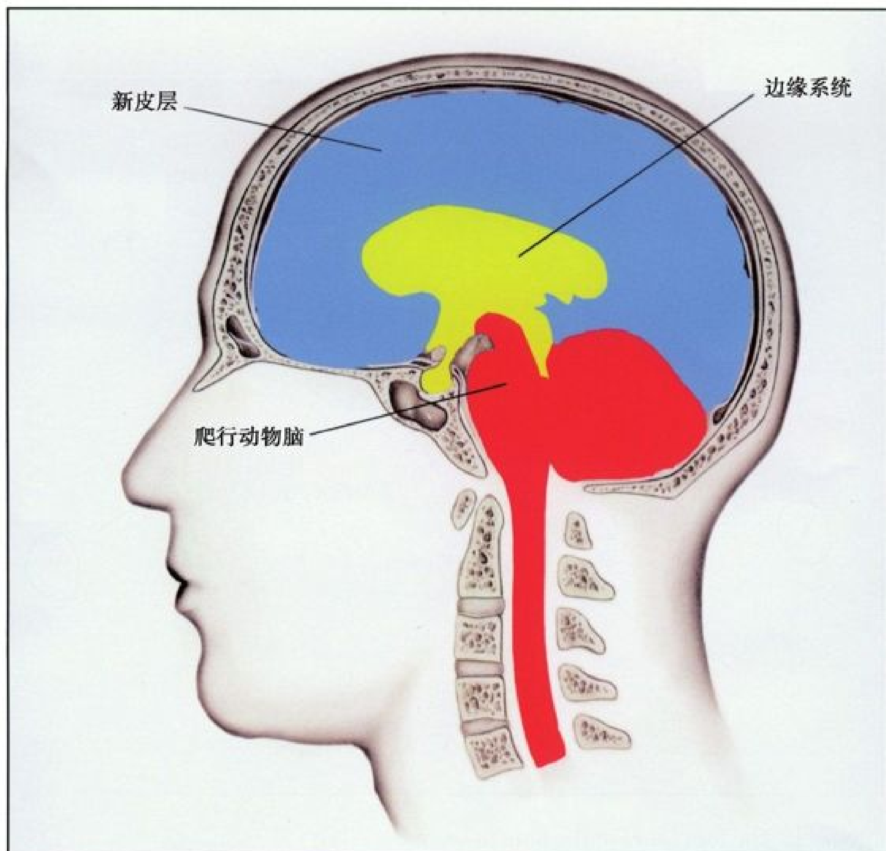


图　3　人类大脑示意图。脑干部分（爬行动物脑）最原始，位于中间。边缘系统（早期哺乳动物所具有）围绕着爬行动物脑分布。新皮层（晚期哺乳动物所具有）位于最外面一层。

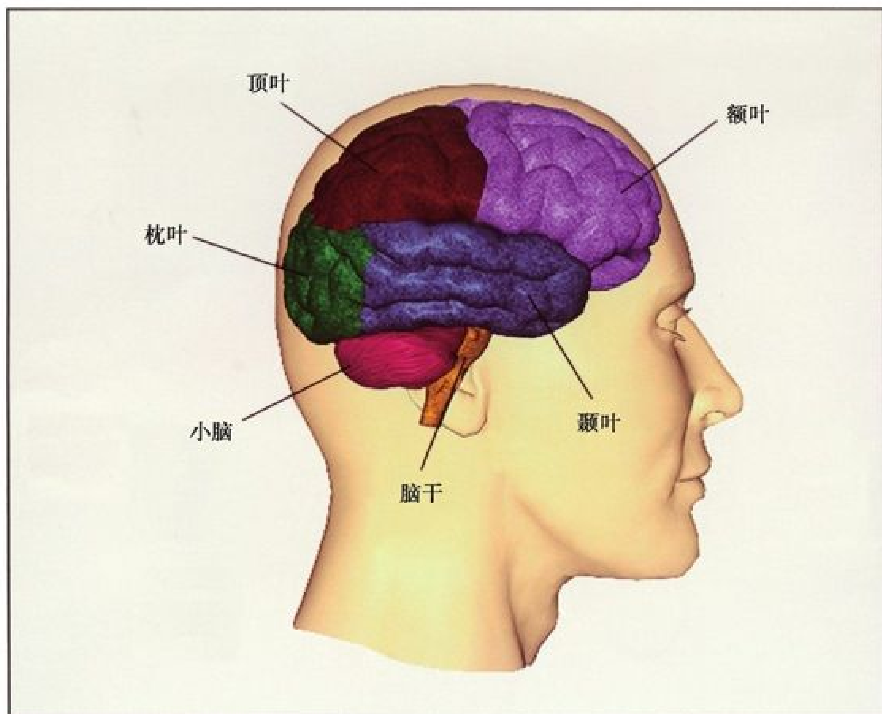


图　4　人类大脑皮层的四个部分（四叶）。

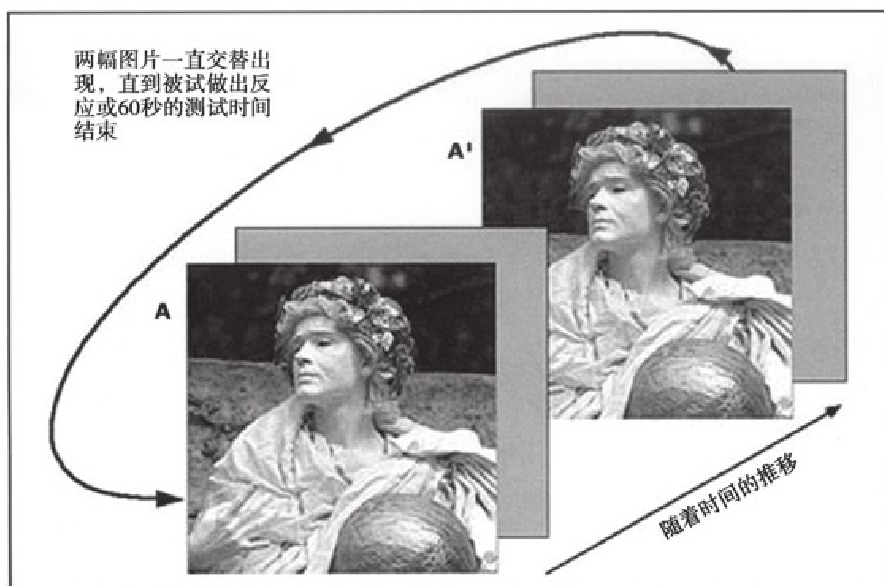


图　5　变化盲视的例子。两幅图片交替出现，中间以空白灰色屏幕做

间隔，直到被试发现两幅图片明显的、却让人意想不到的区别。

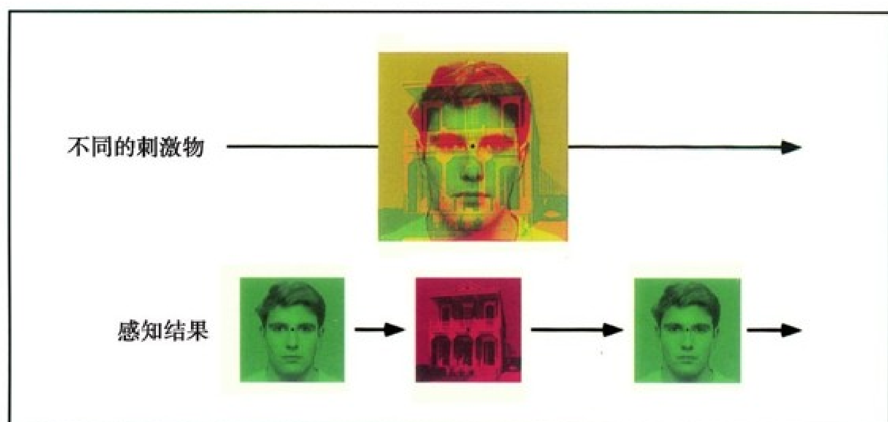
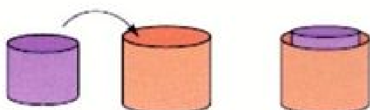




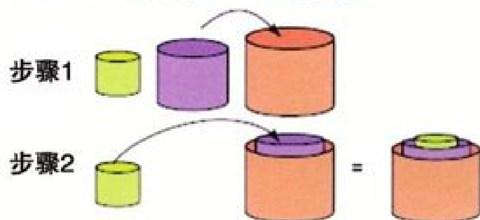


图　6　各种引起视觉切换的刺激物。上面的例子是双眼竞争测试图片，让被试戴上过滤掉红色和绿色的眼镜，给被试的一只眼睛呈现人的脸孔图片，另一只眼睛呈现房子图片，被试看到的是不断切换的脸孔与房子图像。下面两个例子，被试看到的是一个烛台或两张脸孔的侧面（上图），一个老太太或一个年轻的女人（上图），也是两幅不断切换的图像。

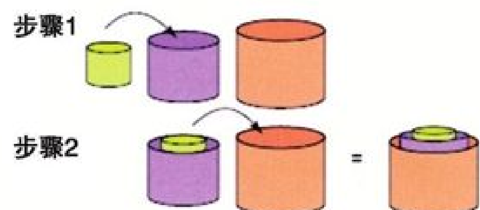
(a)
第一种策略：配对



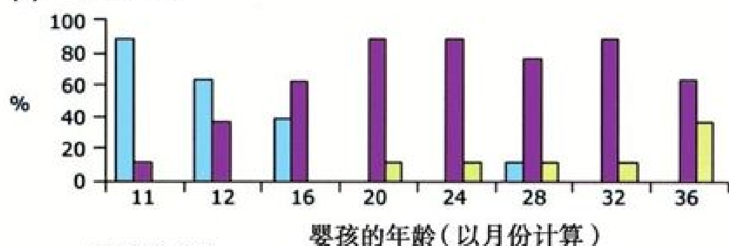
第二种策略：组套



第三种策略：装配



(b) 人类婴孩



灵长类动物

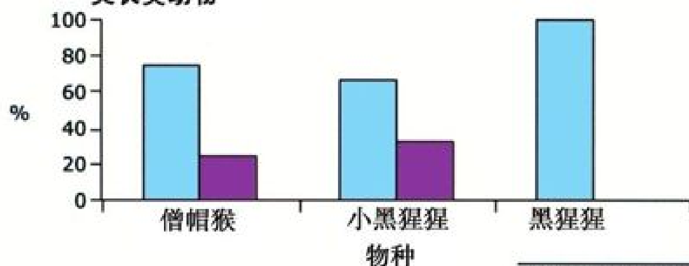


图 7 （a）摆放杯子的三种方式。第一种方式采用配对策略，只是将一个杯子放到另一个杯子中去，不符合测验要求。第二种方式，依次将一个杯子放到另一个杯子中，如果一个杯子里面有另一个杯子，就不移动这个杯子。尽管通过这种方式可以完成测试，但这不是实验人员给实

验参与者做示范时采用的方式。第三种方式具有一定程度的等级结构，将小杯子和中等大小的杯子同时放到大杯子中。（b）对人类婴孩和各种灵长类动物采取三种不同策略的图表。蓝色代表策略一，紫红色代表策略二，黄色代表策略三。

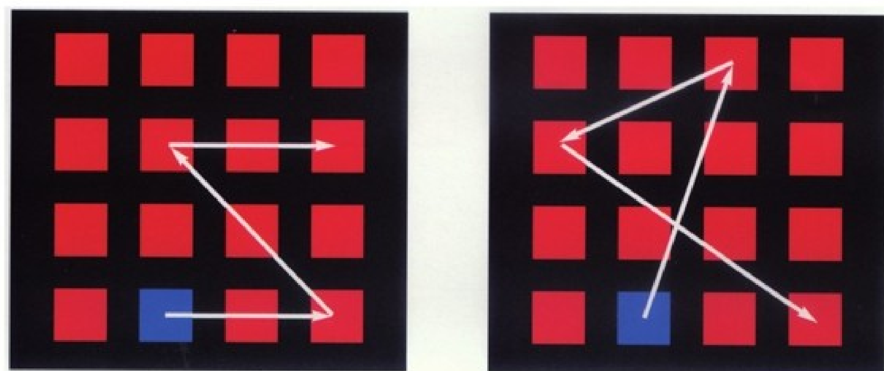


图　8　功能性磁共振成像扫描仪内的被试看到按4×4结构排列的红色方格，其中4个方格按某种顺序闪烁一下蓝光，被试需要记住这个次序。左边的次序具有结构，右边的次序没有结构。

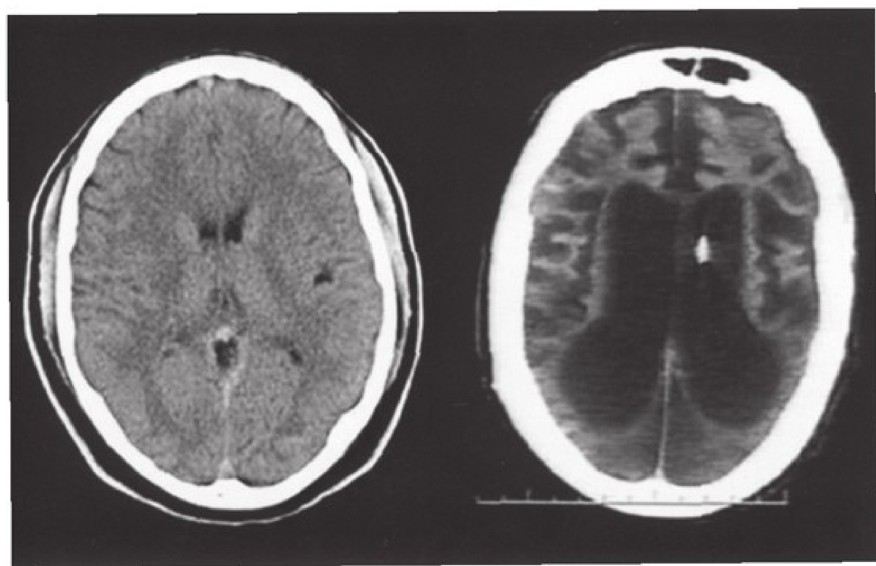


图　9　大脑CT图片对比。左边是正常人的大脑CT图片，右边是特里·夏

沃（Terri Schiavo）的大脑CT图片。

谨以此书献给我挚爱的父亲

——雷尔·乔纳森·博尔

推荐序一

意识问题是当代自然科学最基本和最困难的问题之一。近年来，由于实验技术的发展，用自然科学方法研究和认识意识的任务已经提到科学研究的日程上来。

意识问题涉及广泛的学科领域。从神经生物学的角度看，意识研究的问题之一是，产生意识的神经机制是什么，也就是要回答：主观意识体验是怎样由脑内神经网络产生的？这是一个激起人类理智好奇的有趣问题。

脑和心智非常复杂，具有多个层次和多个维度，需要从脑和心智的不同层次的各种成分的特性和相互作用，从它们与身体、环境和社会的相互作用，从它们的集成过程和层展现象等方面，来对意识进行研究。

意识研究不但有基本的理论意义，而且有重要的应用价值。世界最宝贵的是人，人最宝贵的是意识。人们开始重视意识与健康、意识与教育、意识与创新、意识与社会等实际问题的研究。这些应用研究的成果将造福于人类。

机械工业出版社组织翻译当代外国科学家关于意识的著作，以“意识与脑”为主题出版一系列图书。这些书有助于广大读者了解外国意识研究的现状，了解国外不同学科的科学家对意识的种种见解，并提出自己的分析和讨论。

中华民族走向世界，为世界文明做出贡献。在脑和心智的领域中，我们要对意识问题进行长期的、系统的研究，在继承中华文化和在自己研究的基础上，借鉴国外的发展，建构比较全面的意识研究框架。

意识问题是脑科学、心理学、生物学、医学、物理学、化学、信息科学、认知科学、计算机科学、哲学等许多学科交叉研究的课题，需要不同学科的科学家参与，综合运用多学科的手段进行研究。愿我们为解开意识之谜而共同努力。

唐孝威

浙江大学物理系/语言与认知研究中心

2013年6月21日

推荐序二

“我思，故我在。”笛卡尔用他的怀疑程序强有力地“证明”：有意识的思维或感受是一个自明的、强硬的、不可置疑的事实。然而，从理智的——无论是哲学的还是科学的——角度看，意识这个确定的事实仍然是一个巨大的谜！意识之谜的吊诡之处在于：它因意识本身而被提出，而如果它能被理解和解决，也必须凭依有意识的理智本身。也许我们应该在意识之谜面前驻足片刻，去体会一下它的独特韵味：有意识的体验好比是宇宙漫长演化中的一道曙光，尽管它还闪烁不定，但它第一次将曾经漫无边际的无意识的黑暗世界的一隅照亮，然后慢慢扩大，并最终明白自己就诞生在那个被它照亮的宇宙中。那么，到底是意识在宇宙中，还是宇宙在意识中？——这是一个“庄生晓梦迷蝴蝶”般的谜题。让我们暂时搁置这个玄思，回到当代理智的意识研究。

英国心理学家威尔曼斯（Max Velmans）在《理解意识》（Understanding Consciousness）这本名著中提出意识的科学-哲学研究的5组问题：

问题1　意识是什么，它位于何处？

问题2　如何理解意识与物质之间的因果关系，尤其是意识与脑之间的因果关系？

问题3　意识有什么功能？例如，它与人的信息加工过程的关系是怎样的？

问题4　与意识相关联的物质形式是什么——尤其是大脑中意识的神经基质（substrates）是什么？

问题5　检测意识——发现其本性——的最恰当方式是什么？哪些特征能够以第一人称方法进行检测，哪些需要用第三人称方法，以及第一人称与第三人称方法的发现如何彼此相关？

换一个角度，关于意识的哲学-科学研究，我们也可以将它分为4个层次：

层次1　广义现象学：意识是一个唯有第一人称才可通达的现象，因此，作为一个现象，“意识是什么”的问题必须首先由第一人称的体验来揭示，它包括日常的体验、内省和反思、现象学的体验和反思、东方传统中的止观等。

层次2　形而上学：心与身相关，但心与身处于何种相关关系呢？这是一个根本的形而上学问题，它关乎人究竟以何种方式存在，就这个意义而言，它是意识研究中真正的“难问题”。在这个问题上，存在多种版本的一元论或二元论的解释。如果这个问题不能得到恰当理解，意识之谜就无望真正被解决。

层次3　自然科学：意识与身-脑紧密相关，这是意识科学研究的基础。苏珊·格林菲尔德（Susan Greenfield）说：“人脑是个难以捉摸的器官。由我们未知的原因它产生了情绪、语言、记忆和意识。它给予我们推理、创造和直觉力。它是唯一能自我观察的器官，而且沉思它的内在工作。”与意识的自然科学研究相关的一些核心问题是：与意识体验相关的神经基质是什么？或者说意识的神经机制或神经相关物（NCC）是什么？无意识心智活动与有意识心智活动之间神经表征的差别是什么？为什么分布式的、时序上有先后的神经网络的活动会最终显现为一个统一的意识体验？

层次4　方法论：从第一人称角度，我们拥有体验；从第三人称角

度，我们拥有的是关于特定体验或体验类型的脑运行的知识。也许一个恰当的方法论态度是将第一人称方法和第三人称方法看成是互补的。

在当代，我们可以看到，不同背景的学者在上述所有层面上开展着如火如荼的研究——其间夹杂着激烈的对话、争锋和谨慎的整合。这里有悲观主义者——意识之谜是不可解的；有独断论者——意识就是颅内那一团布满皱褶的物质，意识、自我还有自由意志都是错觉；也有谨慎乐观的未来主义者——理智自己提出的一切合乎理性的问题都可以在理智的未来进步和科学的未来发展中得到解决或判定。

这是一个意识研究的大合唱时代，也是百舸争流的时代，科学勇往直前，而哲学会不时表现出一丝忧虑。然而，不论是什么态度或心情，如果人类还想最终获得一个合乎逻辑的一致且全面的意识理论，那么无论是有此理论抱负的研究者还是一般公众，都有必要博采兼容意识研究的多元的进路、思想和观点。为此，我们很高兴看到机械工业出版社以“意识与脑”为主题译介当代最新意识研究的成果和思想，汇成系列，希望这些工作能有助于推动国内科学界和哲学界对意识研究的关注，培育意识研究的学术氛围以及凝聚意识研究的学术共同体。

李恒威

浙江大学哲学系/语言与认知研究中心

2013年6月21日

译者序

意识是什么？经验是如何产生的？我们能够体验他人的意识吗？长期以来，各种意识问题一直是思想界争论不休的论题。早在2 000多年前的中国，庄子与惠施之间著名的“濠梁之辩”，就是一场关于他者经验是否可知的辩论。而17世纪法国哲学家笛卡尔认为，意识是个人的、主观的，我们无法洞悉他人的经验。

丹尼尔·博尔在《贪婪的大脑》一书中提出了一种全新的、与以往哲学观点不同的意识运作模式，即意识是大脑的产物，是物质性的。博尔博学多才，论述的内容涉及哲学、生物学、神经科学、心理学等领域，从各个角度剖析意识的起源、作用、心理特性、神经机制以及意识的脆弱性。第1章“哲学视域下的意识难题”，将意识置于哲学的背景下进行讨论。第2章“大脑进化简史：思维的科学”，从生物进化的角度，阐释意识的演化过程。第3章“冰山一角：无意识的局限性”，讨论意识与无意识的区别。第4章“关注模式：意识的内容”，探讨意识的心理学特性，指出意识致力于发现信息的深层模式。第5章讨论意识的神经生理学特性，解释大脑如何产生经验。第6章分析动物的意识。第7章分析为何我们的大脑如此容易遭受损伤，以及如何检测大脑损伤后意识的情况。第8章探讨意识紊乱导致的精神疾病，以及恢复意识的方法。

人类的大脑无比复杂，这使我们拥有丰富的意识。意识是生命的本质，其主要任务是革新。我们运用革新能力，不断探索模式，洞悉世界的本质。“好奇号”登陆火星，人类胚胎干细胞克隆成功等，证明了人类探寻意义和模式非比寻常的能力。但是，正如博尔在结语中所指出的，人类似乎聪明过头了，我们经常做一些非理性的行为，导致生活失控。牛津大学人类未来研究所最近声称，人类对科技的过于依赖将导致人类

的灭亡，因为科技发展之快超过了人类的控制能力，而灭亡时间很可能就是下个世纪。我们运用意识的革新能力，目的是要改善生活，而不是给自身带来毁灭。

博尔不仅见解独到、论述精深，且有很高的语言造诣。翻译这本书的过程，也是一个学习的过程。因时间紧迫，第7章由许俊农翻译，在此向他表示感谢。由于水平所限，译文难免有错误和疏漏之处，请读者批评指正。

2013年5月19日于西溪留庄

前言

1997年5月8日，星期四，那晚我父亲患了中风。不断有人宽慰我，说只是轻度中风。但是在医院看到他的样子，我却深感不安。在我面前的这个男人反应迟钝，精疲力竭。表面上看，他没变；但是我知道，从深层意义上讲，他已不再是原先的他了。

父亲身上发生了一些细微的变化，表明他和原先不一样了，某些变化近乎可笑。比如，最近他对奇巧巧克力很着迷，连续几天除了奇巧，其他东西都不吃。另外一些变化更让人困惑。总之，他从一个思维敏锐、负责任的成年人变成了一个深受困扰的孩子。更为离奇的一种现象是，他对我的态度会根据我坐在床的左边或者右边而发生改变。如果坐右边，他会注意到我，我们还能进行时断时续的交谈；如果坐左边，他一点都意识不到我的存在，好像我根本不在房里。

我甚至有一种奇怪的想法：宁愿父亲患的是轻度心脏病而不是中风。如果是心脏病，至少他还能活得像原先那样有精神。而现在这种情况如果持续下去，他身上的某些部分相当于已经死去。每次他开口说话，都让我觉得属于他身份特征的某些碎片已经丢失了。

父亲与往日不一样了，这点让我震惊；他不可能完全恢复到原先的样子，这点又让我焦虑万分。尽管如此，我还是忍不住非常冷静地观察他的症状。父亲中风那天，离我大学期终考试还有几周时间。当时我正在研究哲学与生物心理学，而意识（consciousness）恰恰是这两个领域的热门话题。一方面，我重新查阅了一些哲学资料，这些哲学观点简单明确，认为意识是非物质的，几乎与大脑无关；另一方面，我又仔细查阅其他资料，试图弄明白意识究竟产生于大脑皮层的哪一个区域。通过

阅读这些资料，我对“忽视”（neglect）现象有了全面的了解。“忽视”是中风的一种常见状态，以我父亲为例，他对左边的空间视而不见。

坐在父亲的病床边，我深深感到那些深奥的哲学论点与现实是如此不相容——错得太离谱了，甚至到了让人反感的地步。我旁边躺着一个我深爱的人，仅仅由于大脑内的一个小血块使意识受到严重损伤，导致他的身份特征都被剥夺了。意识当然是物质性的！当我坐在父亲病床的左边，痛苦而又惊奇地感受到自己在他眼中变成隐形人，在那个时候我做了上述论断。虽然我不能确切地知道那些哲学论点的理论缺陷在哪里，也不知道哪一种意识理论在当时最有说服力，但我已经确定了自己今后的研究方向。

原先我曾考虑过攻读心灵哲学博士学位，但那时马上决定选择意识神经科学作为研究方向。不久我被剑桥大学录用，开始意识神经科学及相关领域的研究。我的研究工作主要在剑桥大学开展，不过最近一些研究实验在萨塞克斯大学新建成的萨克勒意识科学中心进行。自从第一次痛苦地见识到父亲破碎的意识，我就明白意识神经科学是多么重要、多么基础的一门学科。经过多年研究，我越来越发现这门学科有很多迂回曲折之处，令人着迷，意义深远。我将在本书中与大家分享意识神经科学的曲折迷人之处。

对人类来说，没有什么比意识（awareness[1]）更为重要。我们能够领略白雪皑皑的山峰那种令人窒息的美，欣赏猎豹追赶猎物时那份优雅与矫健，聆听花园里悦耳的鸟啼声，创作乐曲，欣赏音乐、艺术、文学，和家人朋友谈笑风生。这些以及其他所有我们在乎的事情，都是一种意识行为。如果感受不到这些，不能有意识地体验这些，我们几乎不能说自己还活着——至少不是活得很有意义。

不管是陶醉在无尽的喜悦中，还是沉浸在剧烈的痛苦中，我总是感到每件事情都隐含着一种幸运，一种对经验的渴望。意识是生命的本质，我们通过意识才认识自己。意识是感觉的堡垒，是思想的熔炉，是情感的家园——不管这种情感给我们带来的是痛苦还是安慰。正因为有了意识，我们的生命才有意义。

大部分意识科学研究都声称意识是一个至关重要的、意义深刻的论题，然而对意识的研究热情却微乎其微。以前，我们并不了解宇宙的历史，不清楚它的形状，不明白每一颗闪亮的星星在宇宙中运行的规律，也不知道原子的概念。以前，我们也没有意识到人体内的每一个细胞都存在着、交织着一些编码（code），这些编码决定了我们的生命特征，将人类与地球上其他生命体联系在一起。我们所有令人赞叹的科技成果和科学发现都要归功于意识。然而，直到最近几十年，人们才对意识科学产生兴趣，才明白大脑是如何产生经验的。

从历史上看，设法解决意识难题的不是科学家，而是哲学家。近400年前，笛卡尔断言意识是纯粹个人的、主观的实体，自然科学无法解答意识问题，而且一个人的意识也不是他人所能体会得到的。例如，我在听贝多芬钢琴奏鸣曲时，只能通过语言这一不精确的媒介来传达听到的声音，以及那些音符是如何感动我的，而其他任何人都不会真正明白我的感受。至少很多人都是这样认为的。将意识与其他物理实体做对比，更凸显了这种观点的独特性与可信性。任选一种物体，小至亚原子微粒，大至砖块甚至星球。从原则上讲，任何人都可以从不同的角度观察同一物体，而得出完全相同的结果。意识则不同：对意识来说，没有客观性，也无所谓多种观点。意识只有一个观点，即个人的观点。

现代哲学家进一步发展了这种观点，认为意识远远高于平淡无奇的大脑运作。他们还声称，我们体验到的感情和掌握的知识纷繁复杂、多

姿多彩，不能被贬低到与廉价、低级的计算机或机器同样的层次。在本书开头我将论述哲学史上的此类观点。我并不否定直观的情感诉求，但实验证据总是会战胜这些情感诉求。事实上，在有着翔实论据的科学面前，这类哲学论点所具有的貌似正确的光环逐渐消退了。我的观点与这类哲学论点相反。我认为最合理的观点是：意识是大脑的产物，而大脑就是一台计算机。

将意识纳入计算机大脑的框架中，表明意识与信息处理相关联，因为数据分析是神经元的首要目的；同时也暗示了我们的体验能力同神经机器一样，可能有一个进化的过程。

意识、信息、生物学之间关系匪浅。大自然的一个基本特性是具有存储信息和操控信息的能力。进化保证每一种生命形态在储存反映周围世界的有用“想法”（ideas）方面具有控制权。这种控制行为不是有意识地进行，而是通过生命体的化学结构信息表现出来。很多例子都证明了动物不是唯一聪明的生物。植物长有刺，含有毒素，还拥有大量新颖、独特的武器，用来击退食肉动物的侵犯。即使是细菌，也拥有令人难以置信的、精密的武器库，它们运用这些武器潜入寄主体内，或是击败潜在的攻击者。这些攻击策略由脱氧核糖核酸（DNA）决定，DNA是一种“内在信念”（implicit beliefs），规定了生命体的最佳运作方式。但是，这个建立在DNA基础上的系统，最初是如何学会构造和编写这些精确的“隐秘概念”（blind concepts）的呢？

任何一种学习形式——细菌学会抵制抗生素，小孩试着从爬行到走路——都存在张力：一种力量紧紧抓住熟悉的东西，如已有的信念、已知的生活方式；另一种力量则向前寻找新事物。新事物会引发一些混乱，使原先存在的、顽固的“想法”发生重大改变。这个过程磕磕碰碰，极不顺利，很可能使情况变得更糟糕。但重要的是：至少提供了改进的

可能性。

DNA是一种储存稳定的内在信息的理想介质，这无疑也是它成为“生命奥秘”的普遍承载者的原因。但是仍然存在一些机制，能改变DNA的编码顺序，使生物的后代表现出一些新特征。当一个物种及其基于DNA的“信念”（beliefs）即将消亡时，产生新“概念”（concepts）对这一物种来说非常重要，而DNA重新编码能够使这一物种的少数成员存活下来（大部分成员被淘汰）。幸存者的DNA携带了新的有用信息，能使其度过逆境。换句话说，这一物种的部分成员历经几代演变，冲破重重阻碍，在摸索中学会了革新。

没有革新的能力，地球上就不会有生命，即使以一种随意、悲惨、低效的方式生存也不可能。因此，从某种意义上说，这种与时俱进、利用任何有利条件的能力是进化的本质。革新这种生命基本特性引发的一个必然结果是：原始DNA库变得过于拥挤，DNA开始涌入其他新领域，产生新物种。一个极佳例子是：进化过程中产生了一批特殊的计算细胞，构成了大脑。于是，一系列特别的、全面的革新活动以一种有目的、特定的方式在有机体内展开：探查环境，将与生存相关的新信息存贮到神经元上，而不是对这些信息进行DNA编码。

人类也同样加入到了进化的行列，为生存而斗争。尽管我们的精神世界极其复杂，有时甚至晦涩难懂，但是进化巧妙地为我们奠定了各方面的生物结构基础，使我们拥有丰富的情感与各种奇思妙想。

人类虽然在所有生命体中只占了小部分，却因智力与意识的力量在大自然中占据着特殊的地位。与人类血缘最相近的动物是黑猩猩，与之相比，人类只有黑猩猩1/5的体力，甚至人类的感觉也远远不如黑猩猩敏锐。然而，我们凭借意识的力量成为革新的主宰，从而在某种程度上

掌控了进化的基本动力。每一物种都试图控制自身的生存环境，但拥有非凡才智的人类为了自身的利益，让地球大为改观。

我认为革新是一种最聪明的信息处理才能，也是意识的主要目的。当然，并非所有类型的神经信息都能达到意识这一层次。很多基础的计算功能（如控制呼吸的能力），无须意识参与就能顺畅进行。统计学习理论[2]很简单，在我们生活中被广泛应用，通常不需要意识的参与。还有一点很重要：

一旦我们掌握了某一技能（如走路），无意识就会接替意识运作。从上述例子看出，那些古板无趣的信息由无意识处理，而意识则处理新的、有难度的信息。在学习过程中碰到哪怕只包含极少量新的或复杂的内容，我们都要运用意识功能。

意识是我们精神大厦里一个闪亮的、镀金的实验室，我们可以在这个实验室里深入分析任何事情。为了不浪费时间和充分利用能源密集的神经资源，大脑对进入这个重要场所的内容非常挑剔。注意（attention）是意识的守门人，只让那些我们感觉到的，或再三思量过的、具有生物学重要性且需马上处理的项目进入意识范围，尤其是那些具有让人意想不到的特性、能让我们获得深刻见解的项目。

遗憾的是，经验的储存空间过于狭窄。意识在同一时间只能充分处理4个项目。但是，我们可以通过无数方式操控意识内容，从而产生神奇的结果。正是这些不间断的精神活动，使我们深入了解世界。

我们丰富的经验反映了一个事实：意识关注的不仅仅是原始数据的零星片段。事实恰好相反，下面这一令人费解的现象说明了这一点。大部分动物如果待在一个安全的地方，又有充足的食物，一般都会做出明智的决定——休息。不可否认，有些动物偶尔也会玩耍，像是在练习捕

猎或打架，仅此而已。人类的情况完全相反：当生理需求得到满足后，我们会玩数独游戏或游戏机，甚至阅读一本科学读物。科学研究就像是纵横字谜游戏的延伸。奇怪的是，很少有人将科学研究看作一种绝妙的爱好。从生物学意义上说，下面的情况有悖常理。阿尔伯特·爱因斯坦（Albert Einstein）将宇宙复杂隐晦的现象转化为5个字符：$E=mc^2$（质能转换公式），而且他是利用业余时间发现这一真理的！

所以，人类一个明确的特性是对事实永不满足的追求。但是我们渴望的不是陈旧的信息，而是包含模式的那一小部分知识。找出智力游戏中隐藏的结构只是人类思想一个微不足道的癖好，与人类以生存为目的的进化驱动力无关。但是表象往往具有欺骗性。我们致力于对事实的追求，但偶尔也会玩玩智力游戏，就像一匹训练有素的纯种马会忽然快跑一阵，仅仅为了运动一下强壮的肌肉。然而更多的时候，我们受躁动不安的好奇心的驱使，渴求真正的智慧。这种智慧不是长者的谆谆教诲里包含的有限知识，而是广义的智慧，指任何让我们快速提高理解能力和控制能力的大胆的创新思想。由于人类的意识永不停息地追求智慧，我们发现了火，学会了耕作。实际上，所有延长我们寿命、让生活更轻松有趣的现代科技成果都要归功于意识。对个体而言，对创新的渴望在我们成长的过程中表现为热烈的躁动，引导我们学会语言，掌握各种知识，使我们在复杂的现代社会顺利过渡到成年期。

意识的精神空间是经过精心选择的，意识致力于创新，它的一个关键要素是发现信息的深层结构。掌握这种包含模式的、有意义的信息处理形式，能够使我们具备超强的学习能力，这也解释了为什么人类的意识使我们在每一个知识领域都取得了巨大成就。通过发现大自然的隐蔽规则，通过将两种完全不同的思想根据它们潜在的、共同的信息结构联系起来，我们的大脑创造了一个广阔的意义世界。这种不懈努力的结果

之一就是：当我们看到一张椅子时，看到的不只是椅子基本的外部特征。当然，我们会认出这是一张椅子，然后马上会想到与这个物体相关的一系列意义：椅子有什么形状，具有何种功用，与其他家具的关系如何，放在哪幢大楼哪个房间内，等等。事实上，当我们观看周围世界时，无意识可能忙着处理一些基本的感觉特性，但是在意识的大本营内，每一项内容都要经过我们掌握的知识结构的严密筛选。我们看到的任何物体，都会触发理解的意识波，即该物体不同层次的意义。

这种对知识及深层模式的不间断的追求，不仅是创新的机制，也是人类意识的特征。基于DNA的“想法”不可能是有意识的，部分原因在于这些信息仅仅表现事物最基本的特性。即使是黑猩猩也努力去了解意义的不同层次，但是人类的意识在这方面蓬勃发展，使我们以独特的方式深入理解并掌控世界。

意识只关注最有意义的精神建构，且急于在现有结构之外建构新的模式。为了达到这一目的，意识急切地组合、对比进入其范围内的任何物体。大脑的运作方式直接反映了这些组合与对比功能。大脑皮层负责处理感觉的专门区域为意识提供了具体的内容，比如，负责辨识面孔的区域不仅仅要辨认出肤色和肤质，还要处理与面孔相关的其他方面的信息。但是，在大脑皮层这个最高级的、具有多功能的脑区，还有一个网状结构，直接从专门区域收集各类内容。这是个核心结构，不仅内部紧密相连，而且与整个大脑的主要区域都密切相关。在这个内核中，有意义的、高度结构化的信息源通过超快速的大脑运作相互联结。从神经学上来说，意识就是在这里产生的。

现在，我们清楚地知道意识是在大脑哪些区域产生的，以及这些区域是如何相互联结以形成意识的数学模型。这些模型建立在神经结构和信息特征的基础上。事实上，这些数学模型已经在理论层面得到解释。

同时，出现了新的实验方法，以探究不同层次的意识。不断改进的实验方法有可能解决一些过去无法解答的难题。例如，如果被试不能通过语言表达他们的意识，在这种情况下我们该如何测量其意识水平。这些棘手的实验对象包括动物，人类胎儿、婴儿，将来还包括机器人。

另外一些被试则迫切希望能够证实他们的意识能力，如果他们有能力这么做的话。这是一些脑部严重受损的病人，他们停留在意识的边缘，很少出现证明他们还具有意识的行为特征。医治这些病人的医生可能会很自然地得出结论：病人因疾病或伤害造成的脑损伤已经使他们失去意识能力。但是，如果病人是因脑部运动中枢受损而导致全身瘫痪呢？这些病人是否仍然具有清醒的意识，或者他们的大脑损伤程度已经使其无法感受周围世界，而与瘫痪不相关？我们如何运用意识的科学知识去区分这些不同情况？

意识赋予我们不可思议的理解能力，尽管为此我们要付出沉重代价。在本书结尾，我将讨论人类大脑的脆弱性。为了支持人类意识令人惊奇的创新能力，人类大脑变得如此发达、复杂。我们极其容易遭遇严重脑损伤，从而丧失意识。然而，幸运的是，不断发展的新技术能够诊断脑损伤患者是否仍然具有某种程度的意识。这项研究使我们通过分析患者的大脑信号“聆听”病人的心声，同时也为这些患者提供了与外界交流的机会。新兴的一些方法甚至可以恢复患者一部分意识（原先这些患者的意识已经完全丧失）。

幸运的是，严重脑损伤导致意识长期模糊的情况相对较少。不幸的是，人类大脑的脆弱性表现得很普遍，表现形式很微妙。要想产生最佳的意识，大脑各种成分与不同脑区的活动需要相互作用，并且达到一种平衡状态。一些人的基因决定了他们的大脑稳定性较差，而更多的人由于各种生活压力而神经紧张，很容易患精神病。精神病已经成为流行

病，然而受到的关注却远远不够。

如今，“意识障碍”（disorders of awareness）这个术语被用来描述几乎所有的精神病，我们对精神病有了新的认识，对精神病的治疗也有了新线索。一些病人的意识空间被压缩了，就如同一辆小车只能在一条危险的、结冰的道路上缓慢爬行。这些患者极度渴望正常的生活，他们疯狂地抓住任何一种包含模式的微弱暗示。如同一个司机，以为猛踩油门是解决问题的唯一办法，而这种惊慌的举动只会令车子滑倒，从而失去控制。同样，患者的思想不受控制地向前滑行，产生许多偏执的、虚幻的想法，我们称这些想法为妄想（delusions）。

拓展和恢复意识的各种技术已经成功地应用到精神病患者身上。然而，这不仅仅是关乎意识是什么或何时会崩溃的问题，而是如何运用这类知识让我们生活得更好的问题。比如，很多建构意识的方法很容易被我们用来减轻生活压力，或者使我们以新的眼光更透彻地看问题。慢慢地，我们的意识会变得平静、开放，能够发现周围很多美妙的新模式。

[1]本书中，假定awareness与consciousness两个词意义相同，都指“意识”。

[2]统计学习理论（statistical learning）是基于数据进行预测的一种机器学习理论，使用统计与功能分析的方法。该理论由俄罗斯统计学家弗拉基米尔·万普尼克(Vladimir Naumovich Vapnik)创建。——译者注

第1章　哲学视域下的意识难题

技术层面的心电感应

很多人凭直觉就简单地认定，我们的思想以某种方式独立于身体而存在。大多数宗教观点将上述想法概括为：人在肉体消亡后，仍以某种形式继续活着（在来世继续做人，或者转世投胎变成另一种动物）。根据这些宗教观念，意识与我们的大脑和身体无关。如果真是这样，为什么阿司匹林有止痛作用？为什么早上一杯浓咖啡能够赶走倦意？在药物引起人脑化学结构变化的同时，人的某些特定的感受也发生了改变，这难道仅仅是巧合吗？

如果上述这些精神状态受生理变化影响的例子过于含蓄，那我就举一个较为直接的例子。几年前，我的一个朋友兼同事马丁·蒙蒂在做一个新实验，我作为实验对象做过大脑扫描测验，这样的测验之前我做过好几次。这种现象很常见，研究人员先拟订一个初步的实验方案，然后互相之间做扫描，根据扫描测试结果确定最终实验方案，最后根据这个方案对普通志愿者进行测验。但这次测验与以往不同：马丁将扫描仪作为心灵感应的工具。

通常我躺在扫描仪内的任务就是看一系列的图像，而我的大脑活动情况要几天后才能被解读出来，因为图像分析过程很复杂。现在马丁用了一套新程序，能快速地做粗略分析，这样在几秒钟后他就能解读到我的大脑活动。图片显示在测试中我大脑的哪块区域会亮起来，测验结果远没有平常的测验结果详细，但对于马丁来说已经足够了。

在实验过程中马丁会问我各种问题。如果我的答案是肯定的，我就

想象环顾房间四周，这样位于大脑底部（海马旁回区域）负责导航运动的脑区就开始运作。如果我的答案是否定的，我就想象在打网球，启动位于大脑顶部负责手及手臂动作的运动皮层。这两项任务是特意设计的，目的是形成两套记录完备、不受干扰却截然相反的激活模式，从而经得起粗略的实时分析的检验。这类激活模式的原理是这样的：根据对象的变化，不同的脑区会被激活，如此反复。之所以产生这种结果，是因为大脑处理这些任务的方式很相似。

这个实验是一个科研项目的一部分，该项目的任务是尝试与一批患者进行交流，这些患者具有清醒的意识，但因丧失运动控制而无法表达自己的想法。对这些病情严重的患者做扫描实验有很多不便之处，所以马丁先以我作试验对象，检查他的实验方法是否可行。

躺在扫描仪中，刚开始我感到很放松，甚至有点无聊，偶尔睡意来袭还要挣扎着保持清醒（这点我可不会向研究者报告）。但是没过多久，我惊奇地发现自己变得很激动。我躺在那儿，放射线技师把我推进功能性磁共振成像扫描仪中，这个扫描仪体积很大，是白色的，形状像胖胖的甜面圈。我的整个身体都进入扫描仪中，只有脚露在外面。这时我感到有点紧张，好像自己在精神上是赤裸的，在控制室的马丁通过扫描仪显示屏能清楚地解读我的想法。虽然我也知道事实并非我想象的那样，但我还是明显地感到自己此刻的脆弱性；这种感觉又让人异常兴奋，再过一会儿，世界上将没有人在精神上比我更透明的了。

在校准扫描仪器所发出的一阵嘟嘟声和咔嗒声后，耳机里传来了马丁的声音，他问我是否有兄弟姐妹。接下来的30秒钟，我回想家里各种家具、房间的大小和形状——表示我的答案是肯定的。接着休息30秒（时间是受控制的），再开始这种持续1分钟的循环，连续重复4次。经过5分钟的训练，扫描仪发出的嘟嘟声停止了。耳机中又传来马丁的声

音，打破了短暂的寂静，他说：“好的，这么说你确实有兄弟姐妹，并且不止一个吗？”接下来的5分钟，我想象自己对准向我飞来的网球，猛地一个正手击球——表示我的答案是否定的。这时马丁的声音又响起：“好的，这么说你只有一个兄弟姐妹。是兄弟吗？”我又开始想象房间里的东西，表示肯定的回答。马丁仅仅通过盯着反映大脑活动的电脑显示屏就准确地解读了我给的每个答案。其实，马丁在第一个1分钟就能读出我的答案，后面的4分钟只是为了确定。

问完家庭情况的问题，就开始闲聊：“你认为今天晚上英国队会赢得世界杯吗？”我虽然对足球所知甚少，但对英国队的实力还是清楚的，所以我开始拼命想象打网球的动作，表明我的答案是：根本不可能。这样的对话进行了大概半个小时，我有30秒思考时间，马丁则观察我大脑活动的模式，很快知道我的答案是肯定或是否定。诚然，一个问题要花上5分钟时间作答的对话算不上高效率，但是我要强调的是：这个对话是在一方完全不使用语言、手势和书写的情况下进行的。我通过在脑海里想象做不同的事情来回答问题，而马丁在我想这些答案的时候观察我大脑的活动情况来判定答案。当放射线技师扶我从扫描仪床上下来，卸除绕在我身上的电线和装备的时候，我停了一会，然后想道：“我刚刚参加的实验有力地证明了，思想只不过是大脑的产物。”

当然，我不是第一次产生这样的想法。父亲因大脑右半球脑血管堵塞而导致个性改变，那时我就产生了类似的想法。我曾经为父亲精神上产生的变化感到很震惊，但那都没有减轻这次实验给我带来的震撼力。我成功地用科学方法完成了“心电感应”实验。马丁观察我的大脑运作，好像那正在上演一场电影，而此时我正在指派想象任务，并将正确的图像投射到大脑这个“电影屏幕”上。

哲学与科学的对抗

本书无疑是一本关于意识科学的著作。除了这一章，其他章节探讨的是人类经验的演化过程、心理机制及神经机制。两千多年来，心灵和身体的关系问题在哲学领域内一直存在激烈的争论。事实上，近20年才形成明确的意识研究领域。如果我在这本讨论意识的书中略去这一重要的哲学论争不提，似乎说不过去。这一哲学论争对意识科学产生了深远的影响。

然而我坚持认为这些哲学论点无视科学，靠抽象的逻辑进行论证，能提供给意识研究的真知灼见非常有限，甚至可能会产生误导作用。

我重点围绕两个问题展开分析。第一个问题是：意识仅仅是一种大脑活动（如同我做的扫描实验所显示的那样），还是独立于大脑、身体及物质世界其他东西而存在的？第二个问题是：人类作为一种精神存在，仅仅是一台生物计算机，还是存在某些特殊的东西？我们能感受到各种知觉（sensations），能赋予这个世界以意义，这些都是计算机软件无法做到的。

笛卡尔与身心二元论

17世纪的哲学家勒内·笛卡尔（René Descartes,1596——1650）是心灵哲学之父。在他最著名的作品《第一哲学沉思录》（Meditations on First Philosophy）中，笛卡尔思考这样一种可能性：一个力量强大又狡猾无比的恶魔骗他说外部世界是存在的，他的身体也是真实存在的。电影《黑客帝国》（The Matrix）就是以这个设想为前提，主人公尼奥（Neo）过着平常人的生活，他一直认为自己生活在20世纪美国的一个城市里，直到有一天从漫长的梦境中醒来，发现自己其实一直生活在一个由计算机所创造的虚拟世界，是计算机将虚拟世界的信息植入他的大脑。

但是，笛卡尔认识到，不管这个恶魔有多狡诈，有一块思想领地是确定的、不受恶魔假象影响的，那就是他自己作为一个思考主体的存在。你可能会像电影中的尼奥那样，被蒙在鼓里，因而傻呵呵地以为自己就是那个真实的自我，实际上是计算机将各种感觉传递到你的身体里。尽管如此，有一点是计算机的邪恶力量无法做到的，即在你自身的存在这个问题上欺骗你。这里有两种选择：如果你相信自己的存在，从逻辑上说你肯定是存在的（至少是作为某种有意识的生命体存在），因为只有有意识的生命体才能做出相信这一行为；如果你试着不相信自己的存在，那么怀疑这一行为本身就证实了你的存在，因为怀疑的行为需要一个有意识的生命体来完成。因此，仅仅通过思考这一行为（怀疑只是思考的一种形式），我们就明白一定存在一个有意识的实体，而那个实体就是我们自己！

通过苦思冥想，笛卡尔清晰地表述了如下观点：“我最后总结出这个命题：我活着，所以我存在（I am,I exist）。不管是被我提出来还是存

在于我的思想中，这个命题都是正确的。”笛卡尔在《方法论》（Discourse on the Method）一书中将这一命题更简洁地表述为："Cogito ergo sum"（“我思故我在”）。

在笛卡尔证明身心二元性的主要论据中，其中一个论据的正确性很值得怀疑。这个论据看似简单也很有说服力：我们很容易就怀疑自己身体的存在，但却从来没有怀疑心灵的存在；由此可见，心灵是完全独立于身体存在的，与身体无关（按现代的说法，这句话中的“身体”应该被“大脑”代替）。

笛卡尔的观点马上遭到杰出的哲学家、数学家和逻辑学家戈特弗里德·威廉·冯·莱布尼茨（Gottfried Wilhelm von Leibniz）的反驳（莱布尼茨出生时，笛卡尔将近离世）。莱布尼茨指出：笛卡尔实际上只是表明，他可以思考他的意识与身体无关。显然，笛卡尔没有证明任何事情。莱布尼茨的评论可通过一个众所周知的例子来阐明，虽然这个例子的原意被稍稍歪曲了。比如说，我正走在大城市的街道上，远远地看到一个身强力壮的高个子男人匆匆地跑进小巷的电话亭，这个男人戴的眼镜又厚又难看。我的朋友告诉我，这人是《星球日报》的记者克拉克·肯特。忽然，在街道的另一头，五个持枪歹徒从一辆警车中下来，企图抢劫数十万美元。我感到既害怕又兴奋，心想他们肯定能抢劫成功。这时起了一阵旋风，超人奇迹般地出现了，在我面前一闪而过，奔向那帮歹徒。一眨眼的工夫，超人就解除了歹徒的武装，还把他们用绳子捆了起来。我的朋友看看我，然后一歪头，问我：“你觉得有没有可能……克拉克·肯特就是超人？”这太荒唐了吧，我马上反驳道：“听着，我很清楚超人长什么样，好多次我看见他飞来飞去的，我甚至采访过他两次。虽然我不大认识这个克拉克·肯特，但是刚才瞟了他一眼，他戴着眼镜，与超人很不一样。因此，我敢肯定克拉克·肯特与超人是完全不同的两个

人。”我朋友点点头，被我无懈可击的逻辑说服。我很开心，为再次证明自己的智力高人一等而洋洋自得。

这个例子中的“我”犯了两个错误。第一，他认定自己对超人（克拉克·肯特）的认识是符合实际情况的；第二，他根据超人与克拉克外表的差异，就认定是两个不同的人，而非同一个人的两种装扮。但如果他是个称职的专业记者，像警犬似的查找确定证据，他对超人和克拉克的认识就会完全不同。如果他注意到克拉克频繁进出电话亭的奇怪举动，还注意到超人总是在克拉克进去后不久就忽然从电话亭里出来，如果他还发现克拉克平常穿的衣服里面还穿着超人的衣服，如果他知道克拉克不戴眼镜的模样，等等，那么他就会发现超人与克拉克明显就是同一个人。

笛卡尔在对大脑一无所知的情况下得出结论，加上不愿意去探究证据，使得他更顽固地坚持自己的看法。要全面地检验他的观点，我们就必须对大脑和意识有一个透彻的认识，如同上述例子中的旁观者需要仔细观察超人和克拉克的一切细节。如果出现这样的情况：意识忽然改变了，但大脑活动没有变化，只有在这时，我们才能说意识是独立于大脑存在的。到目前为止，所有的大脑扫描实验都显示：即使是最细微的意识变化，都是由大脑活动的变化引起的。所以比起那种认为意识独立于物质世界的观点，另一种观点——认为意识是大脑活动的结果，是一种物质的处理过程——显然更有道理。

但是笛卡尔同时声称，我们的心灵必然是隐秘的、主观的，是他人无法体察的。这个观点值得我们深思。当我看着广阔的大海，听着海浪的呢喃，感到平静、满足，在那一刻其他人无法真切地体会到我的感觉。从绝对意义上看，我好像真的陷进那种感觉中，只有我自己一个人清楚那种感觉，科学无法改变这一点。将笛卡尔的观点应用于现代：大

脑扫描仪也许可以粗略地捕捉到我们的意识，但是它能使别人体验到和我完全一样的感受吗？这个问题反映了主观感觉有一种神秘性，这种神秘性一直激发现代人去证明心灵的存在独立于大脑。

最后要指出的是，笛卡尔连同一个世纪之前的人们都认为心灵世界仅仅包括他们能意识到的东西。笛卡尔很可能会把无意识看成是自相矛盾的概念，当然他也不可能接受无意识可以影响意识的观点，而这一观点现今已被广泛认可。需要明确指出的是：从现在开始，我提到名词术语“心灵”（mind），或者谈论“心理状态”（mental states），指的是所有的认知过程，包括意识和无意识。

尽管当代批评家认为心灵仅仅只是大脑活动的产物（其中最著名的是英国哲学家托马斯·霍布斯（Thomas Hobbes）），但笛卡尔的身心二元论几个世纪以来一直被很多人（甚至包括一些哲学家）认可。

幽灵离去的现代

虽然笛卡尔声名卓著，但是从19世纪中期开始，医学和新兴的神经科学领域内越来越多的证据表明笛卡尔的二元论站不住脚。其中最有名的神经学案例是菲尼亚斯·盖奇（Phineas Gage）的案例。盖奇在佛蒙特州的铁路建设部门当工头，一次用炸药清理一堆石头，盖奇将炸药塞到一个洞中，没想到炸药提前爆炸了，他手中的铁夯像子弹般飞出来。这根吓人的铁夯宽3厘米，长超过1米，重约6公斤。铁夯穿过盖奇的左脸颊，击碎脸部骨头，再射穿左半脑前额叶，很可能毁坏了大部分的前脑（见图1），最后穿过头盖骨顶部，落在25米开外的地上。盖奇被吓坏了，还流了一些血，但令人惊奇的是，他仍有意识。在开头几分钟他还能讲话，甚至能自己行走，不用人扶着。在去医院的一段短距离路途中，他还能笔直地坐着。盖奇后来康复得极好，除了一个特殊情况。

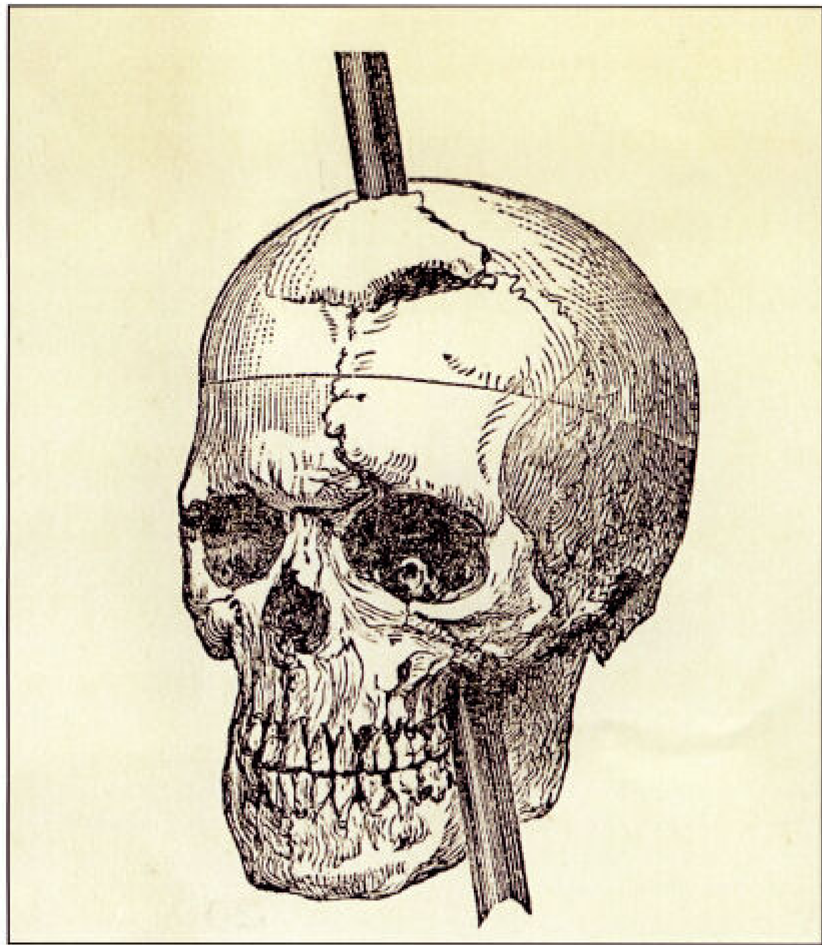


图1　哈洛医生所画示意图。一根铁夯穿过菲尼亚斯·盖奇的头盖骨和大脑。

盖奇的医生约翰·哈洛（John Harlow）写了一份报告，影响很大。据报告称，盖奇在事故发生之前是一个稳重、机灵、随和、有责任心、受人尊敬的人。然而事故发生后，他变得不成熟，经常说脏话，傲慢无礼，反复无常，而且他总是制订很多计划却不能坚持完成。简而言之，他的朋友都认为“他不再是原先的那个盖奇了”。社会上开始流传一种说法：人的大脑受损会导致性格剧变，这种传言给人们带来一定的精神冲击。虽然对这个案例的细节仍存在相当大的争议，但接下来的几十年中

相继出现了几十个相似病例，都是脑损伤导致性格或智力上的变化。科学使这座概念化的“巨轮”慢慢调转方向，开始接受另一种观点，即思想只是大脑活动的结果。

到了20世纪中期，笛卡尔的二元论遭到最猛烈的攻击，产生很大影响。英国哲学家吉尔伯特·赖尔（Gilbert Ryle）于1949年出版了著作《精神的概念》（The Concept of Mind），在业内引起巨大反响。在这本书中，赖尔将笛卡尔的二元论称作“哲学家的神话”。赖尔指出，笛卡尔认为心灵独立于身体存在是犯了“范畴错误”。为了说明何谓范畴错误，我举一个例子。一个外国朋友来剑桥大学找我，让我带她走走，参观一下校园。我先带她来到圣约翰学院——我是这个学院的博士生，叹息桥横跨康河，河面荡漾着几艘平底船，庄严雄伟的新院看上去像个结婚蛋糕。接着又去了其他几个学院和系所，但是过了一会儿她不耐烦了，说：“行了，我已经参观了校园的生活区、实验室等，但是我原本以为你会带我逛剑桥大学呢！”她不明白剑桥大学是由这些建筑物和人员构成的。这些建筑和人员不是完全独立的，而是剑桥大学这个大范畴下面的子范畴。

赖尔认为，笛卡尔在精神与大脑的关系这一问题上犯了同样的范畴错误。笛卡尔可能认识到各个脑区负责处理不同的感觉，但同时他又认定大脑与精神活动无关。正如赖尔指出的，笛卡尔相信“机器中的幽灵”（the dogma of the Ghost in the Machine）这一教条。笛卡尔认为，一个人的思想是某个“神秘的幽灵”，生存在人这一生物机器的大脑里面。但是，机器是不需要幽灵的，意识的产生仅需要大脑这个机器就够了。

在结束对赖尔的讨论之前，我想回到刚才提到的剑桥大学的类比。这个类比有一个细微之处很有意思。虽然我的外国朋友错误地认为，各

个学院与研究所和剑桥大学不相关，但是她可能并非完全错误。如果我说“剑桥大学等于校园内每座大楼、大楼内的学生和工作人员，以及曾在大学学习或工作过的人相加的总和”，有人就会说我看问题太简单化，太不浪漫了，竟然把一座有着800年历史的大学说得像由一组零件组成似的。“剑桥大学”这个词汇的意义不是一张零部件清单所能涵盖的。人们对这个学校的印象可以来自文学作品和电影，有着传统、尊贵的光环。学生的表现使这所大学具有浓重的学术气息，甚至有点书呆子气。仅仅通过参观校园的各个部分是无法准确解释这种氛围的。简而言之，“剑桥大学”这个概念具有某些突发特性，不是一张“购物清单”就能说清楚的，而赖尔则会把购物清单上列的物品称为这所大学的子范畴。

在很多领域，低一层次的错综复杂的思想集合可以产生令人惊讶的、深奥微妙的知识，而这些知识要大于低层次思想的总和。钱就是一个明显的例子。细致入微地研究信用卡或硬币的每一个特性，并不能让你了解多少世界金融体系的运作方式。相反，很多经济规则是从那些希望买卖商品或者服务的人的相互活动中产生的。有些经济规则异常复杂，所以很少有人能预测2008年的信贷紧缩，几乎没人知道引起那次信贷紧缩的原因。另一个很有意思的例子是蚂蚁。一只蚂蚁其实很蠢，只具备一些基础知识。所以我们可能会认为一群蚂蚁不过是许多愚蠢生物的集合而已。但是，蚂蚁如果相互交流（主要通过发送化学信号），会发生不可思议的情况——它们能做异常复杂的事情。蚂蚁能耕作（在近5 000万年中，最先学会耕作的物种不是人类），能筑造复杂的蚁巢，能在看起来完全相同的个体之间进行复杂的劳动分工，还能教导同类。蚂蚁是至今已知的唯一能教导同类的非哺乳动物：当一只蚂蚁领着另一只蚂蚁寻找食物源时，第一只蚂蚁会不时地停下来等另一只蚂蚁跟上。因此有人建议不应该把蚂蚁群看作蚂蚁的集合，而应是超个体（superorganism）。遍布全球的人类群体，通过互联网紧密相连，也

许是另一种超个体。

突发特性并非生命体所特有。万有引力定律相对简单，但在万有引力的作用下形成了银河系令人眩晕的漩涡形状。分形方程式只是少量的长度符号，但能衍生出无比复杂的形状（见图2各种表现突现论的图片）。

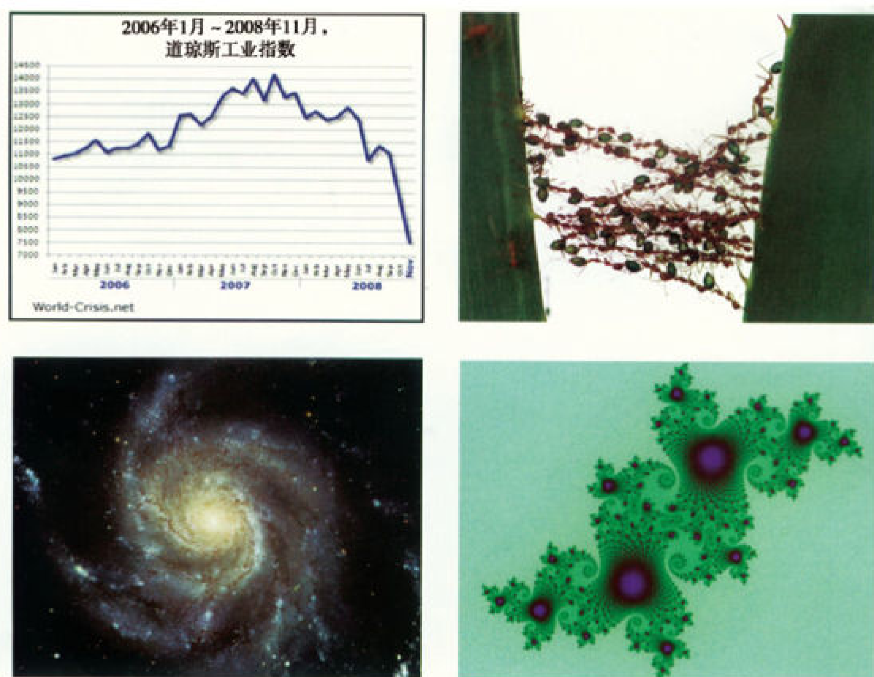


图2　从潜在的简单的结构、规则或行为中产生复杂性的各种例子。

左上角：2007～2008年，信贷危机引起道琼斯指数下跌。

右上角：一群蚂蚁相互合作，将一段间隔连接起来，而这项工程对一只蚂蚁来说太巨大，无法独立完成。

左下角：漩涡状星系。

右下角：朱莉亚集分形。

以人类大脑这一已知世界中最复杂的物体为研究对象，很可能会出现各种突发特性。我并非赞同笛卡尔的非物质幽灵，反而对这个幽灵不

科学的宗教内涵不寒而栗。但是在一个科学的、以物质为基础的框架中，我赞同这样的想法：大脑的功能比它各部分功能相加的总和要大得多，而意识可能是大脑最耀眼、最让人着迷的产物。

感觉的不可穿透性

直到20世纪中期，哲学家们逐渐认同神经科学家的观点，认为精神是大脑的产物，而思想和感觉是脑细胞不断运作的结果。实际上，随着计算机的出现，加上我们开始承认自己不过是生物机器，精神与大脑关系的方程式很快就转变为精神与计算机程序关系的方程式。由于进化的巧合，我们人类形成了这个内部沟回形状，外表像果冻的计算机（即大脑），用来证实我们的思想程序。但也不一定非得通过大脑才行，原则上说，装有硅片的“大脑”能产生同样的思想。

如今广泛讨论的关于思想的一个哲学观点是：“思想不过是一台计算机，碰巧等同于大脑。”神经科学家也默认这种论点。但现代哲学家们还是从各个角度攻击这个观点。

第一个疑问是，思想真的能被完全简化，等同于大脑（或者计算机，或者你能想到的任何物体）吗？笛卡尔反对这种简化，认为精神世界具有某些本质的、主观的、非物质的东西。托马斯·内格尔（Thomas Nagel）在1974年发表了一篇著名的哲学论文《成为一只蝙蝠会是什么样子》（What Is It Like to Be a Bat?），其中的观点与笛卡尔遥相呼应。内格尔同意这样的说法，即根据一种思想引发其他思想和行为的能力来描述这种思想的特性；他也不完全反对思想仅仅是大脑的产物这一观点，但他认为这种观点有问题。比方说，我和你一起听肖斯塔科维奇的第十交响曲，我可以试着想象你听音乐时是什么感受。当然，我的想象很可能是错误的，但至少我能对你的体会做一个合理的猜测。我甚至能做另一个很不错的尝试：想象我家的猫听到门铃响时的感受。猫的耳朵与我们相似，而且其大脑的主要听觉中枢与我们也有相似性。但是如果想象一只蝙蝠能看到或听到什么，就让人无从入手了，因为蝙蝠是靠

回声定位飞行的。假定蝙蝠也有意识，那么蝙蝠的意识与我们人类的意识是完全不同的。我们根本不可能知道蝙蝠的意识，至少牵涉到回声定位我们就毫无办法[1]。如果我们连回声定位的感觉是怎样的都无法想象，又怎么能运用科学工具去了解蝙蝠的感受？

内格尔声称，“会是什么样子”的思考角度正是意识的精髓。由这个思考维度引出了一个问题，对那些希望把意识简化为大脑的物理过程的人来说，这个问题尤其突出。内格尔相信，某些动物如果有意识，它们也会思考“会是什么样子”这个问题。内格尔没有说我们不可能知道成为一只蝙蝠会是什么样子，虽然他暗示这一障碍是科学要解决的主要问题，而要解决这个问题，需要用完全不同的新方法。

澳大利亚哲学家弗兰克·杰克逊（Frank Jackson）将内格尔的观点向前推进了一步，他认为仅仅用物理的方法解释精神状态是不可能的。杰克逊的论据建立在一个思想实验的基础上，这个实验大致情形如下。

假设到了2412年，邪恶的哲学家们控制了地球。一小帮自称为“笛卡尔族”的令人讨厌的哲学家们策划了一个残忍却有效的实验。世界上最著名的科学家夫妇刚生了一个漂亮的女儿，取名为玛丽。“笛卡尔族”的人在玛丽刚出生时就绑架了她，并把她关在一个没有窗户、只有黑白两种颜色的房间里。他们还将她的皮肤漂白，甚至将她双眼虹膜和头发的颜色都变为黑色。他们从白色墙上的一个黑色小窗口给她提供食物，食物的颜色不是黑的就是白的。在她的成长过程中，他们让她玩电脑，或者在电脑上教她一些东西，而所用的便携式电脑（包括显示屏）的颜色只有黑色和白色。在那个时代，自然科学知识已经很完备了，人们知晓关于物理学、化学、生物学（特别是脑科学）的所有知识。玛丽像她父母一样热爱科学且天资聪慧，加上没其他事情可做，她就将学习所有自然科学知识当成自己的任务。经过数十年的刻苦学习，在30岁时她已经

掌握了物理世界的所有知识（当然，这听上去极不合理，但是暂且假定这是可能的）：从亚原子颗粒的本质到人类表现色觉的脑细胞的活动。“笛卡尔族”的哲学家们认识到，实验到了这一阶段就要出成果了，他们将玛丽从禁闭的房间里放出来。玛丽生平第一次漫步在房间之外，她看到的东西让她眼花缭乱、不知所措、欣喜若狂。她跌跌撞撞地来到附近一个花园，然后弯下腰盯着一朵红玫瑰看。当她明白这是红颜色时，她震惊万分，喊道：“在我走出房间之前，我已经知道了大脑产生意识的所有物理过程，但是现在我知道了新的东西：我知道了看到红色会是什么感觉。这个新知识是自然科学无法给予的。所以意识具有非物质性！”这时玛丽精神崩溃，倒在地上，而“笛卡尔族”的哲学家们对此无动于衷，只顾着庆祝他们的实验成果。他们认为这个可怜的实验对象——玛丽，帮他们证明了意识至少有部分是非物质性的。这个邪恶的哲学家团伙在小册子的结尾大胆地宣称：笛卡尔自始至终都是正确的！

虽然这个论点影响很大，貌似严密，但并非无懈可击。此观点与笛卡尔的论点在某些方面存在同样的问题。笛卡尔的错误在于：他得出的结论超过了他的知识水平。笛卡尔对身体的了解远远比不上他对精神的了解，但是他却贸然下结论，认为身体与精神是不相关的（这一点他并未证实）。杰克逊犯了类似的错误，他不明白何谓完整的物理学，却妄下定论。据说19世纪最伟大的物理学家之一凯尔文勋爵（Lord Kelvin，1824——1907）在1900年曾声称：“物理学已没什么新发现了，剩下只是越来越多的精确测量。”发表这一论断的时间极具戏剧性：马克斯·普朗克（Max Planck，1858——1947）在同一年提出量子力学理论（quantum mechanics），从而引发了一场物理学革命；5年后爱因斯坦提出一系列革命性的理论，包括狭义相对论（special relativity）和质能等价理论（the equivalence of energy and mass）。

在过去的四百年的时间里，我们根本不知道什么是“完整的物理学”。实际上，任何时候都可能出现令人惊叹的革命性理论，让那些满脑子科学教条主义的人窘迫不堪。对25世纪的描绘很可能比超弦理论（superstring theory）和量子力学更离奇，但纠缠于这种描绘的具体细节是毫无意义的。像杰克逊那样认为未来的自然科学不包括对意识的全面认识，这种论断过于大胆鲁莽。

实际上，这不是反驳杰克逊思想实验的唯一论据，试想出现下面这种情况。玛丽虽被困在只有黑白两色的屋子里，但她对屋外的动植物很着迷。当她不用学习诸如神经元结构、物理特性之类的科学知识时，她的兴趣转向观察外面的花园。她秘密侵入了隔壁的一台遥控装置，这台装置恰好配有相当不错的摄像机。她操纵这台装置，使它对着花园。接下来的几天她一直通过摄像机进行观察，发现从玫瑰丛中发射出一些光，根据这些光的波长可以判断这些玫瑰颜色的深浅。为了进一步确定她的观察结果，她又设法秘密入侵了隔壁几台大脑扫描仪，这些属于25世纪的扫描仪有着快速的运作速度，恰恰又是当时的“老大哥”政府普遍使用的工具。通过扫描仪，玛丽观察每一个盯着玫瑰看的行人的大脑活动，她很容易就推断出这些大脑活动是与他们看到红色这一体验相对应的。所以在玛丽离开房间之前，她已经通过其他途径获得了一个无可争议的清晰的认识，即附近花园里的玫瑰是红色的。因此关键的一点是，玛丽被放出来后，并不是忽然发现玫瑰是红色的，她早就知道这一点了。她现在终于知道了“看到红色会是什么感觉”，这点是她以前不知道的。而这种认识与我们平常所说的认识不一样。所以当玛丽看到玫瑰时，她到底学到了什么新知识？一些哲学家怀疑她是否学到任何新的信息。

基于这个怀疑，杰克逊思想实验的评论者中，有少数几个人认为“知

道看到红色会是什么感觉”更像是一种集合知识的能力，而非知识本身。事实上，杰克逊本人就持这种观点，他因认同这种说法而放弃了原先的观点。色觉让我们知道很多有用的信息，比如根据水果颜色判断是否成熟，交通信号灯变为红灯时表示要停车。这些信息都涉及知道某些东西是红色的，而“看到红色会是什么感觉”更抽象，可能更为准确的表述应该是“当我们再次看到红色时能够识别的能力”，即不需要借助像摄像机这样的工具而直接收集颜色信息的能力。

如今我们有多种方式获取颜色信息：自然的方式就是通过我们的眼睛看；人工技术的方式，例如通过数码相机拍摄。不管是通过眼睛还是卓越的现代技术，重要的是我们获取了信息，以何种方式获取并不重要。知道玫瑰是红色的这一信息，与得到这一信息所用的工具无关。而“看到红色会是什么感觉”则与获得这一信息的工具直接相关，在上述例子中，这个工具是玛丽的眼睛。所以，重要的不是我们知道某一信息，而是运用我们的眼睛这一特定的工具获取信息。玛丽走出那个黑白两色的囚室后见到玫瑰，此时她并没有获得任何新的知识——这种说法至少有其合理性。因此，我们仍然可以说意识仅仅是种物理现象。

[1]实际上，有些盲人声称自己学会了先进的回声定位法，能够分辨出停着的车辆的前部和后部。丹尼尔·基什（Daniel Kish）在一篇很有趣的文章《回声视觉：通过声音看事物的人》（Echo Vision:The Man Who Sees with Sound）中分析了此种现象。该文章发表于2009年4月11日的《新科学家》（New Scientist）

程序有感觉吗

意识不仅是大脑运行的物理过程，还可以被计算出来，这是意识标准的另一方面。现代哲学家对此持反对意见，认为意识在生物学特性之外还有其独特之处，也就是说我们无法将意识等同于硅片。

“意识可以被计算出来”这一观点遭到攻击，其中一个突出的论据就是意识的不可穿透性——我们的情绪和感觉很难被他人理解。持这种观点的人认为，经验的不可穿透性证明了计算机不可能准确捕捉到我们的意识。我们都知道草莓是红色的，蓝莓是蓝色的，但是如果我对红色和蓝色的经验恰恰与别人对这两种颜色的经验相反，结果会如何呢？假定不同的人看到一盘水果色拉的反应相同，那么大脑中的“软件”可以选择已有的数值去表现红色和蓝色；甚至可以略去这些麻烦的代码，而通过其他颜色的色觉延伸或其他情绪与感觉来表现红色和蓝色，同样不会减弱大脑“程序”的可靠性。但是，如果意识对颜色的定义与计算机对颜色的定义不同，那么认为意识可以被计算出来的观点就过于草率了。因此，计算机还是不能表现意识。

然而，如果从科学角度仔细考虑问题，就会发现下面的想法很荒谬：一个人对红色和蓝色的经验和他人相反，其他方面的思想和行为却没有改变。我们对红色的感知不仅来自眼睛接收到的波长，还包括色彩的鲜艳程度，与周围颜色的对比度，明亮度，色彩所包含的意义及所属的类别等。所有这些与我们的情绪、感觉在一个极其复杂的信息网络中相互作用，比如“蓝调”音乐表达的是黑人阶层的情感。这些都很好地反映了大脑的结构，它就像一张互相连接的高度密集的网，改变任何一个区域都会引起其他区域功能的变化。

由于不存在单一的关于红色的经验，就算我对红色和蓝色的经验与他人相反，我对红色的感觉也不可能是别人对蓝色的感觉。事实上我们对任何东西（如“紫红色”或“忧郁”）的感觉都包含了我们自身及外在世界的丰富信息，这些信息在这一刻是独一无二的。尤为重要的是，它们不是孤立的，而是一个由很多知识相连形成的网络，与我们其他各种各样的经验形式形成对比。我们的感觉与情绪尽管很复杂，但绝不是互不关联的。这些感觉与情绪帮助我们理解世界，并使我们与外界沟通。[1]

[1]证明这种哲学观点的一个更为可信的做法是：在同一个人身上进行颜色经验的对比实验。比如，假设我通过一个特别的手术改变了对颜色的感觉，原先看到的红色现在看起来是蓝色，反之亦然。即便如此，我提出的反对理由仍然成立。即使没做手术，今天我对红色的感知与明天的感知会不同，因为每次看到红色时我的经验以及所有其他感觉与情感都会不一样，如同每一刻我的大脑运作情况都不一样。所以就算手术引起色觉的巨大变化也不能推翻我的论据。

计算机真的能懂中文吗

著名的“中文屋论证”（Chinese Room argument）的思想实验为以下观点辩护：意识在其生物机理之外还有某些特殊的、非程序化的东西。“中文屋论证”实验最初由约翰·塞尔（John Searle）在1980年提出，主要目的是为了证明意义的不可穿透性（不是感觉的不可穿透性）。塞尔急切地要证实人类的大脑不能被简化为一系列的计算机程序或规则。

实验如下。假设时间到了2412年，此时出现了一个称作“图灵的报应”的哲学家团体。这些哲学家们在纽约的街头徘徊，焦躁不安，急切地想找到可以与之激烈辩论的对象。不久，哲学家们遇到一群中国游客，决定拿他们开个玩笑。他们把中国游客带到一间空屋子，房间的墙壁是白色的，陈设很简陋，只有一张桌子、一把椅子，桌上放着几张白纸和一支笔。他们让中国游客仔细检查每个角落，甚至连缝隙都查过。墙上没有窗户，只有一扇门，天花板上吊着一个灯泡。值得注意的一点是，房间的两端各有一个信箱端口与外界联结，一个端口写着“输入”，另一个端口写着“输出”。

“图灵的报应”团体的头目是一个很阴险的家伙，他很夸张地向中国游客做解释。他说自己很尊崇中国文化，而且相信这个世界上任何一个人都像他一样尊崇中国文化。关于这一点，他愿意以一个月的工资做赌注。中国游客可以从街上随便挑一个人出来，哪怕这个人是个笨蛋，也肯定非常崇拜中国文化，能流利地使用中文。证明的办法是将他关在这个房间，中国游客在房间外面，双方通过墙上的两个信箱端口交流信息。中国游客马上同意了这个赌博，因为即使到了2412年，有不少人会说中文，但能够用中文书写的人毕竟占少数。

中国游客仔细地挑选了一个看上去不怎么聪明的年轻白人。当这个白人被叫住并被拉到一边时，他还有些困惑不解。哲学家团体的头目也同意让这人做实验，并把他带到封闭的房间。这个头目一关上门（这时中国游客已不在房间），马上递给这个白人一本厚厚的手册，并低声对他说，如果他遵照这本手册的指示行事，接下来几个小时就能赚到一周的工资。手册上列出一系列对话表，清楚地写明中文字符的组合规则。

接下来的几个小时，这个白人就从“输入”端口接收一张张写着中文的字条，这些字条是待在房间外面的中国游客写好的。房间里的人每收到一张字条，都翻开手册查找字条上中文字符的意思，然后按照手册的说明，将答案转换成中文字符写在纸条上，投到“输出”端口。由于对中文一窍不通，他根本不知道那些是中文字符；然而他每次把答案发出去，房间外的中国游客都很惊异，因为答案表述得很清晰，没有任何语法错误，完全像一个地道的中国人的回答。这个白人并不知道，他给的答案不但条理清晰，甚至还显得他很有学问。中国游客觉得就像与他面对面谈话似的。他们感到很震惊，这个白人风趣机智，和他给人的第一印象完全不同。这些中国游客在震惊之余，很不情愿地赔了打赌输掉的钱，然后离开了，不过还带着些许安慰：为中国文化在世界普及感到骄傲。

中国游客离开后，“图灵的报应”团体的哲学家们让他们的实验对象（年轻白人）又多待了几个小时。这个团体中有一个哲学家懂中文（能读和写），他将之前的问题翻译成英文，并依次将问题传递给他。这一次年轻人回答的速度比较快，尽管答案没有原先在手册上查到的中文答案准确，但内容相似。这个年轻人现在才明白之前让他回答的问题及自己给出的答案的意思。

中文屋论证表明，如果我们的思想仅仅是一套按照“如果这样，那么

会怎样”诸如此类的规则运行的程序，那么这本特殊的手册就能表达思想。这本手册包含了中文的所有规则，教人如何理解并说中文，就像一个会讲中文的真实的人。但是，仅就中文而言，这个房间里不存在任何意识和意义。在房间里的人——年轻白人，完全不懂中文，他只是根据手册的规则操纵一些字符。而手册本身也不具备意识，毕竟它只是一本手册，如果没有人运用手册的规则和词汇，手册怎么可能有任何意义？试想一下，地球上所有生命都灭绝了，只有这本手册幸存下来，没有人去阅读它，手册就仅仅只是一件物品而已。

综上所述，手册中的规则被用来书写中文时，是没有意识和意义的；但是后来用英文书写，因为人的意识活动的参与，使交流有了意识和意义。塞尔认为，上述两者的区别在于：手册只是规则的集合，而意识和意义是靠人赋予的。所以意义——确切地说是意识，不仅仅是程序或一系列规则，它要求具备更多东西，某些属于我们大脑的神秘、独特的东西，这些是硅片无法拥有的。因此，计算机不可能有意识和真正的意义，只有我们的大脑才拥有意识和意义。大脑不是生物学意义上的计算机，思想相当于软件，大脑远比计算机复杂。塞尔总结为一句话：“句法规则不等同于意义。”

这个论据，如同之前我提到的其他论据一样，其推理过程表面上看起来无懈可击，但事实上其推论诉诸我们的直觉。塞尔希望、甚至请求我们摒弃这样的想法：这本小手册包含着意义和意识。大部分人可能会凭直觉认同这样的想法：在实验房间内没有产生中文的意义和意识。但这只是我们的直觉，不是真实的，也不具有说服力。

仔细考察这个实验的具体细节，就会发现漏洞。塞尔在中文屋思想实验中对我们玩了两个把戏，以转移我们的注意力，就像一个出色的魔术师用敏捷的手法令我们看不出戏法的玄机。

首先，事实上在房间里的是一个完全具有意识的人，塞尔在这点上明显误导了我们。房间里的实验对象能够理解用英语书写的指令，除了对这个实验的关键要素（他接收和传递的中文字符的意义）一无所知外，他完全明白周围发生的其他事情。我们只是关注实验对象对中文一无所知，并将他对中文的无知夸大到整个房间内没有发生意识行为。事实上，这个实验对象无关紧要，他只是在执行一项任务，即感觉的输入与输出，而这项任务并不一定需要意识的参与。使中文字符具有意义的不是房间里的这个人，而是手册上的规则。这个人完全可以被一个不会说话、没有意识的机器人或计算机所取代，只要它们能够在手册上查找信息，并将结果从输出端口传递出去。我们暂时不再讨论房间里的这个人，接着说说塞尔的第二个把戏。

为了更好理解第二个把戏，首先提一个最基本的问题：手册懂中文吗？

已知世界中最为复杂的对象——人类大脑

上面这个问题的答案很简单。直觉告诉我们，在实验房间里不可能发生任何意识或意义，因为那本小手册只是一个物体。这么一本不起眼的平装书怎么可能具有意识？但是这个思想实验使用了一个狡猾的招数，就是让人相信这本几百页的手册包含了无比复杂的语言规则。事实上这是不可能的。一旦考虑到思想实验在现实中的可行性，我们就会发现这样一本手册（或者其他根据规则运行的设备，如计算机）无比复杂，而我们也会更加怀疑这些设备（手册、计算机等）是否能够理解中文。

为了简便起见，我们假设这本手册只有10 000个中文词汇，而每个句子长度不超过20个单词。这本手册上的句式也很简单——“如果输入的句子是X，那么输出的句子是Y”。这样设定只是为了方便。假设房间外面的中国游客非常想赢得这次赌博，而其中有一个人似乎发现哲学家头目悄悄塞给房间里的人一本手册。而这群中国游客里又恰好有一个人精通技术发展史，清楚知道21世纪初期图灵测试竞赛[1]利用计算机模仿人类进行文本聊天的技术。他建议采用一个狡猾的策略使房间里的人无法回答出问题，方法是设计出由各种排列方式组合形成的句子，句子的长度从1个单词到20个单词不等，而完全不理会语法和单词的意思。要回答所有这种组合形成的句子，这本手册的容量究竟要有多大？答案是要包含大约10^{80}个不同类型的句子[2]。如果这本手册是传统的纸质书，长度要超过宇宙的直径——要将它装在一个房间里是不是太挤了！而要出版这样一部巨著，还要考虑到一些实际因素。这么多的句子刚好等于宇宙中原子的数量，所以这本手册初次出版时将耗尽所有纸张！所以，一本书包含所有按任何排列方式组合的、长度在20个单词以内的句子，

并且每一种排列方式都有一个相应的答案，这样的书显然不存在。即使由拥有相同的存储容量和图表的计算机来替代纸质书，这台计算机的设计者也会发现根本无法建立这么大容量的硬盘。

稍微可行的办法是以计算机程序代替纸质书，那么就有更多简便的方法进行信息的输入与输出转换，就像我们平时聊天那样连贯。就当是为了找刺激，我们以人类大脑的运作方式为基础，设计一个真的程序。考虑到我们只是对语言系统感兴趣，这种做法未免显得过头了，但是我们的语言交流能力是建立在广泛的认知技巧基础上的。

尽管几乎所有的神经科学家都认为大脑类似于计算机，但他们都清楚大脑和计算机的运行方式是根本不同的。二者存在两大不同点，即一个事件或者只有一个原因和结果（基本上是串行结构），或者有很多原因和结果（平行结构）；一个事件必然导致另一个事件（决定性框架），或是一个事件可能导致另一事件（可能性框架）。串行决定性结构的一个简单例子是排列紧密的一排多米诺骨牌，轻轻推一下第一张骨牌，第二张必定会倒下，然后一张接着一张，直到所有的骨牌都倒下。平行可能性结构则相反，假设地板上有一堆杂乱无序的多米诺骨牌，其中一张被推倒，可能会使旁边三张也倒下。还有一些骨牌的摆放位置使得它们倒下时只是碰到旁边另一张骨牌，这张骨牌摇晃着，可能会倒下并使旁边更多的骨牌也倒下，但这种情况并不是必然的。

虽然现代计算机慢慢开发出一些平行结构，但至少之前的计算机几乎都是以串行结构运作，一种运算推出另一种。另外关键的一点是，计算机的硅片是以决定性方式运行的：一个指令必定会导致一个结果。人类大脑则完全不同：神经元互相连接并以平行方式运行。而且神经元以可能性方式运作：一个神经元给其他多个神经元发送信息，使其他神经元更加容易（或者不容易）被激活或者“发射”。

为什么平行可能性结构的运行方式比串行决定性结构的运行方式优越？可能是因为串行决定性结构过于简单直接。计算机可以在一秒钟内运行无数的算术，而我们的大脑在同一时间内充其量只能思考几件主要事情。计算机在一瞬间就能计算出17 998 163.092 745 64的平方根，而我们会放弃这一棘手的任务。但是由于我们的大脑以平行可能性结构运作，我们的信息处理方式比现有的任何计算机更灵活、更微妙。我们更容易产生偏见、个人癖好，更容易受影响。如果你重复念同一个单词“洋蓟洋蓟洋蓟洋蓟洋蓟”，那么在当天接下来的时间里（可能更长的时间），你每次认出单词“洋蓟”的时间会比上一次更快（你甚至可能在下次经过超市时买一个洋蓟）。但计算机的文字处理程序只会显示红色下划线，表明重复“洋蓟”这个单词不符合句法。在重复五遍这个单词后，计算机在单词下加红色下划线的时间并不会比第一次出现重复时更快些。

我们大脑具有的这一持续的、微妙的更新功能，意味着我们可以高效率地学习任何事情。比如，我们会认为在一张图片中区分猫和狗是件很容易的事情，而这种区分能力却是计算机的一个严重缺陷。虽然辨认动物对我们来说是基本技能，但事实上这项技能非常复杂，隐藏在意识底下，需要运用大量的平行计算结构，而我们人类的大脑就具备这种结构。当然，使大脑准确计算出平方根对人类的进化来说没有多大意义。但是多方面的信息处理技能，在一瞬间就能分辨出是处于危险的情况抑或是有利的情况，然后做出准确的反馈，具备这种能力从生存角度考虑是非常有益的。

因此，串行决定性的处理方式适合在短时间内处理大量的简单任务，而平行可能性的处理方式在处理少数几个极其复杂的任务时很有效。

要想让一本书或计算机能讲中文，需要面对很多挑战，首先我们要深入研究以平行可能性方式运作的人类大脑，弄清楚人类大脑与计算机运作的具体区别。暂且假设一个神经元能做一项初级运算，我们大脑约有850亿个神经元。普通计算机处理器大概有1亿个构成成分，与我们人类大脑拥有的神经元相比只是其1/850——对我们来说这个胜出很可观，但也不算什么了不得的事，现在有些超级计算机的构成成分甚至超过了人类大脑神经元的数量。当然数量的多少仅仅是个开始。与计算机相比，人类大脑一个显著的特征能使世界上任何一台计算机望尘莫及，使它们在我们大脑这个高效率的生物计算机面前相形见绌。计算机的中心处理单位的每一个成分可能与一个或者少数几个其他成分相连，但是我们大脑的每个神经元平均与7 000个神经元相连。这意味着人类大脑有600万亿个联结，这个数目是银河系所有星球数量的3 000倍。在每一个年轻的成年人大脑中，这些“微型电缆”如果头尾相连，总长度达165 000公里，足够绕地球4圈了。人类大脑的复杂性是令人震惊的。

为了更好理解以平行结构方式运作的大脑活动的复杂性，假设出现以下情形。有一天全人类的人口总数达到约850亿，是现在人口总数的12倍。当你忽然得知这一惊人的消息时，你马上告诉每一个人。你给联系人名单上的100个人发电子邮件，并让他们将这惊人的消息再转发给100个朋友。他们照做了，接下来的一批人也遵照同样的指示做了，就这样一批接一批地转告。我们暂且假设地址簿中的联系人很少有重复，而且由于人人都有十足智慧，每个人都在几秒钟内遵照指示发送邮件。850亿人只需通过6个步骤，在几秒钟之内就能收到信息。而在大脑这个拥有850亿成员的大家庭中，一个神经元发送信息到其他神经元所需的时间，比我们执行6个步骤需要的时间还要短。

假设我们每个人都收到了这个惊人消息，而且每个人都向地址簿中

的100个人发送了邮件，每个人在一个小时中发送10次。如果你没有设置垃圾邮件过滤器，你的邮箱在每小时会收到约1 000封邮件。一小时内每个人都收到1 000封邮件，加起来就是85万亿封邮件。

但一个神经元在一秒钟（而不是一个小时）内就能发射10次，而且能发送给其他7 000个（而不是100个）神经元。所以每一秒钟我们的大脑都在令人眩晕地、复杂无比地运作，不计其数的信息都在为凸显自己而进行一场疯狂的、混乱的竞争。

神经活动形成的这张巨大的以平行方式运作的网络只是用来传播信息的。从很多方面来看，这种通过一个极小的组成部分来传递数据的方式不是来自直觉。计算机只能在一个地址存储一项信息，这个地址不能存储其他信息；大脑的神经元却完全相反。比如梭形脸部区域（fusiform face area，FFA）的神经元存储了很多不同的脸孔信息，虽然每个神经元只负责存储脸孔的小部分信息，但却能够记住上百甚至上千张脸孔的部分信息。

虽然人类大脑与计算机有诸多不同点，但本质上都是信息处理机器，两者的关系比乍看上去要亲密得多。所以，原则上计算机能运用与人类大脑相同的运算法则来处理信息。实际上，在神经科学领域已经出现一些杰出的计算机模型，其特性与人类大脑神经元的生物特性非常接近（最近的一项研究结果产生的模型具有100万个神经元，5亿个联结）。这些计算机模型表明人造神经元群体出现了很有意思的新趋势，如组织集群与活动波。

[1]目前计算机聊天竞赛每年举行一次，对参赛者制作的程序进行图灵测试，优胜者将获得洛布纳奖（Loebner Prize）。很多人都以为与自己进行文本聊天的是真人而不是计算机软件。迄今为止所有的软件都明显模

仿人类对话（不是每个人都相信与之对话的是具有意识的真实的人）。但是，由于一些程序设计非常聪明，聊天程序与人进行的对话很逼真。想要了解更多这方面的信息，或希望与洛布纳奖得主聊上几句，请登录www.loebner.net/Prizef/loebner-prize.html。

[2]如果不限定句子的长度，那么排列组合形成的句子数量将会无穷多。

人造意识案例

现在回到中文屋思想实验。如果思想真的是一种程序，那么这一“软件”首先会在神经元层面运作。在一本书中体现错综复杂的人类大脑活动，这项任务太艰巨了，因为大脑内部相互作用形成的复杂性是惊人的。

如果使用人工设备记录大脑的运算活动，必须用到计算机。四百年后，计算机的速度完全有可能使其运行一套以平行方式运作的人类大脑活动的程序，这种计算机在一秒钟内能进行不计其数的运算。我们再给这台计算机装上一对摄像镜头和机器人手臂。手臂的职能是从输入端口获取纸质文件，并将答案从输出端口传递出去。如果这台计算机能够与一个中国人进行有效的交流，那么凭直觉我们会认为这台计算机内部是如何运行的呢？这台复杂无比的计算机由数十亿的芯片、数万亿的联结构成，运行着与人类大脑相同的运算法则。如果认为这样一台计算机没有意识，不明白它所读到并书写的每个字符的意思，恐怕需要很大的勇气才能下这种论断。

假设四百年后神经科学已经很发达，科学家能够模仿人类大脑的所有神经元。[1]这时，中国最著名的神经科学家正处于弥留之际，他在去世前希望自己成为一项宏大实验的对象。大批技术熟练的微型计算机外科医生打开这位教授的头盖骨，将他大脑内的每一个神经元都换成同样大小形状的人造神经元，并且神经元之间的联结也与原先一样。每一个硅质神经元都模仿人脑复杂的神经元的各个方面。通过互联网，很容易做到这一点：一公里外仓库里的850亿台小型计算机（每台计算机负责一个神经元的工作），通过互联网连接到附近程序处理工厂一台相应的计算机上。假设25世纪的微型化技术已经发达到能够使植入教授大脑内

的每个硅神经元都能执行必要的运算（这种假设不影响推论），这位教授的大脑最后变成了一个巨大的、相互作用的微型硅计算机的集合。

如同现在许多病人在做脑部手术时是清醒的（但是大脑感觉不到疼痛）一样，教授在整个手术过程中也是有意识的。最后，教授大脑内的所有神经元都换成人造神经元，他的大脑的运行不再受生理机制控制，而是由大批接入大脑的微型计算机操纵（你也可以说他所有的大脑活动都受制于一公里外850亿台小型的超强计算机）。这位著名的科学家会不会在某个阶段忽然失去意识，无法理解任何意思？这是第一个神经元转换手术吗？他的思想会不会一半受“湿件”（wetware）——人脑——控制，另一半受软件（software）控制？最后一个人造计算机神经元是什么时候转换好的？

几个小时前教授的思想还是受生理机制控制，而现在完全变成人造的了，他会感觉到自己的意识和之前是一样的吗？我认为完全有可能，只要人造神经元正常工作，与人脑神经元一样运行程序，那么他的意识就不会有波动，他也不会觉得自己的意识在手术后会有所不同。

现在教授带着完好无缺的硅质大脑进入中文屋。任何一个路过实验室的中国人都能通过输入端口和输出端口与他顺利地进行文本交谈，尽管教授的大脑已经被转换了。房间外的交谈者与房间内的半机械人神经科学家（即教授）都认为他是完全清醒的，能够明白每个单词的意思。教授此时充当的角色不是等同于约翰·塞尔中文屋思想实验中的手册吗？为了使这个实验更完整，我们这次以教授替代手册。我们将教授的双手绑在背后，并将之前做过实验的年轻人带回来，这次交给他的就不是手册了。这个年轻人及时地捡起从输入端口落到地板上的写有中文的纸条，拿给教授看，然后按照教授的指示将答案写在纸条上，从输出端口传递出去。当然，这个年轻人依然不明白自己传递的信息内容，但在房

间里的教授却一清二楚。

如果“图灵的报应”团体和中国游客打赌任何人都会说中文，但却带着教授与年轻白人一起进实验房间，那么情况就会变得很糟糕：中国游客肯定会抗议，认为这样做是违规的。即便向他们解释清楚教授的大脑已经换成硅脑，他们很可能还是会放弃这个赌博。在实验过程中教授的言谈举止都表明他完全具有意识，这让中国游客觉得有必要逃离这个愚蠢的骗局。

我承认自己的硅脑移植思想实验建立在未被证实的直觉基础上，如同塞尔的中文屋实验一样。例如要捕捉到每个大脑细胞的活动情况，使计算机能够模仿得一模一样，这点是不可能做到的。但至少这个教授的例子有助于我们全面考虑问题，表明任何对神秘、特殊的思想本质的探索都是建立在关于大脑运行方式的天真设想基础上。

塞尔的中文屋实验反驳了计算机程序可以捕捉到意义的观点，但这个实验并不那么有说服力，主要原因是这个实验暗示语言交流所需要的程序设计比实际要简单很多。相反，我们至少要理解思想是大脑的产物这一观点，大脑的运作就如同计算机运行某一特定的（平行的）程序一样。因此，从原则上说，我们可以在某种程度上被转换成硅片计算机，同时仍具有意识和真正的意义。显然没有令人信服的论据可以反驳这种观点，而我恰好相信硅片计算机在将来完全有可能和人脑一样具有意识。

事实上，我们被大量的机器人信息淹没了，书本上、荧幕上的机器人具有意识，而且很可信，因为它们具有无比复杂的人造大脑。举例来说，在观看《星际旅行》（Star Trek）及《银翼杀手》（Blade Runner）时，我们很容易会产生这样的想法：片中的人造生命体可能在

很多方面都和我们一样具有意识。其实影片中的大多机器人都生活在一个机器人权力缺失的不公平社会里。这些机器人作为影片中的角色，至少和我们人类一样具有意识，是我们强加给它们不公平的规则。

[1]不管这个设想有无实现的可能，现今的研究正朝着这个目标努力。例如，一项研究以5纳米的分辨率观察老鼠大脑活动，如此高的分辨率足以清晰地观察到老鼠大脑每一个细胞的活动。详见网址：www.mcb.harvard.edu/lichtman/ATLUM/ATLUM_web.htm。

主观性地位的削弱

在这一章中最历久不衰、最强有力的哲学观点，也是科学最难回答的问题，是笛卡尔提出的论断：意识必然是主观的。我们不能确切地知道他人的经验，反之亦然。我们可以复制世界上任何物质的东西（如在各大洲生产一模一样的计算机），但是我们不能复制经验，经验被锁定在它的唯一拥有者的头脑中。这个推论看似明显正确，但是否也建立在一套未经证实的直觉基础上呢？

加拿大的不列颠哥伦比亚省弗农县生活着一个大家庭，在这个忙碌的家中有一对四岁的双胞胎姐妹——塔蒂亚娜·霍根和克丽丝塔·霍根。她们在很多方面与同龄的孩子一样，有时顽皮捣蛋，有时亲切体贴，累了就变得急躁挑剔。她们与众不同之处在于：她们的头和大脑是连着的，如果一个朝向一边，另一个必须朝向另一边。关键的一点是，她们的丘脑之间似乎存在神经连接。丘脑处于大脑中心，是一个极其重要的脑区，起着感觉的中转站的功能。现在虽然还没有对双胞胎姐妹进行严密的科学研究，有关她们的奇闻异事却也很有趣。例如，如果你蒙住其中一个的眼睛而给另一个看泰迪熊，被蒙住眼睛的那个能说出玩具的名字。如果你碰一下其中一个，另一个能指出你碰了哪里。塔蒂亚娜讨厌番茄酱，而克丽丝塔却喜欢，所以当克丽丝塔蘸着番茄酱吃东西时，塔蒂亚娜有时候会去擦自己的舌头，好像自己也吃到了番茄酱。有时候其中一个感觉到另一个口渴了，就给她递一杯水。所以她们中的任何一个都能感觉到另一个的视觉、触觉、味觉，甚至另一个渴望什么都能知道。尤其值得注意的是，她们能区分一种经验究竟是属于自己的还是对方的，虽然会出现某些罕见的让她们困惑的情况，如品尝番茄酱，她们搞不清楚到底是自己还是双胞胎姐妹吃了番茄酱。

这个不同寻常的例子表明，笛卡尔有关主观性的观点并不完全正确。在这个例子中，一个人可以感觉到另一个人的主观经验。从原则上说，一个人的意识能在多大程度上与其他人的意识融合交汇呢？

回到前面提到的硅脑教授，一个很有意思的问题出现了：主观性是否必须是个人的、特殊的呢？试想出现下面的情况会如何：如果还有其他几个人也像教授那样将自己的大脑转换成硅质大脑，每个人都有一批芯片使大脑正常运转并准确记录大脑的活动。再设想下，他们每个人的程序都是独特的，而记录他们大脑活动的芯片会保存在一个大容量的硬盘中，传给他们的后人。这样我们就能够像塔蒂亚娜和克丽丝塔那样体验到对方的感觉了，我们可以通过将计算机连接到另一个人的大脑而获取感觉信息。或许我们可以做更为大胆的设想：也许不只是感觉可以被连接起来，如果两台计算机可以共享思想，那么一个人能否知道另一个人的思想呢？一个人能否拥有两个人的思想——甚至不止两个？如果人的思想变成数字形式（就像计算机的一系列运算法则），而且所有的一切都可以归结为信息，那么关于信息如何共享就会出现很多可能性，任何一种可能性都将打破主观性的壁垒，或者更确切地说，将拓展主观性的范围。

也许下面的情况是可能的：一个人的硅脑在几秒钟内变成另一个人（这个人可以是去世很久的亲戚）的大脑，这样就可以了解他人的性格，重温他人的经验，体验他人的信仰，所有这些都是通过计算机的运算法则完成。这个过程延续一两分钟，然后回到他原先的状态，而刚才经历的模糊记忆会被添加到他的硅脑中。在一个很短的时间内，关于自己的一切（包括性格、记忆）都被消除了，并被另一个人取代，这种体验会使人紧张不安。但这种可能性再次表明，从原则上说一个人的经验是可以被分享的。如果认为思想仅仅是一种物质计算机，那么就会出现

各种可能性。

当然，我应该感到羞愧，老是沉浸在各种疯狂的设想中，却不能够提供具体实在的证据。但我只是试图说明，那个看起来无懈可击的观点（即认为主观性是不可穿透的）很可能只是建立在毫无说服力的直觉基础上。所以，与之相反的观点可能是正确的。

如果我们把意识看作一个科学无法测知的神秘体，那么意识必定是主观的。但是如果把意识看作大脑这一生物计算机的运作过程（像其他计算机一样，大脑的主要目的是信息处理），那么意识和主观性的神秘面纱就可能被揭开。顺着这一思路，如果我们相信与意识相关的科学技术会取得显著发展，说不定有一天主观性将不再是意识的必然特性，而只是个偶然因素，完全可能通过多种方式被穿透。

因此，总有一天主观性这个哲学谜题会被解开。主观性不再是意识科学探索中一个永恒的、无法跨越的障碍，而仅仅反映了这样一个事实：到目前为止我们还不能深入了解大脑处理信息的方式，还缺乏获取和操控信息的专门的知识和技能。

这一章对那些认为意识不是物质计算机大脑的产物的哲学观点做了概括介绍。从根本上说，这些哲学观点是站不住脚的（尽管貌似无懈可击），因为它们不仅忽视大脑的实际运作方式，而且建立在直觉的基础上。但由于许多论题都是以直觉作为起点，所以直觉依然有用。我认为基于直觉的初步设想能激发科学研究，而通过科学研究才能得出可靠的答案。

人类不屈不挠的精神

小时候，临睡前父亲总是给我读一些离奇有趣的外星故事，故事里的人物充满活力。其中一本书破破烂烂的，书名叫《太空人威利斯》（The Space Willies），作者是英国作家埃里克·弗兰克·拉塞尔（Eric Frank Russell）。这本小说并不出名，但让我惊叹不已，小说的副标题是“地球人是打不败的”（You Can't Keep an Earthman Down）。这个标题不仅巧妙地点出了小说的情节，还概括出人类拥有不可思议的力量。对我来说，隐藏在这个副标题下面的是一种无比复杂的情感：一种积极进取的精神，明确自己的目标，即使深陷最牢不可破的陷阱，也要相信凭自己的才智能够脱险，甚至为有一个展示自己足智多谋的机会而感到高兴。

不可否认，小说的情节缺乏真实感，而且即便在那时这本书也已经过时了。但这本书很有趣，叙述生动，以致我们几乎注意不到它的缺陷。小说讲述了一个严重不合时宜的军队飞行员——利明的故事，他驾驶的太空飞船在追踪敌人时被撞破了，很快他被长得像蜥蜴的敌人抓获并囚禁在战争犯监狱里，狱中只有他是人类。情况看起来很糟糕，但利明有一点远胜于那些监狱看守：擅长骗人。利明很快想出了一个天才的计划，虽然实现的可能性很小。他散布谣言，说所有地球人都有一个孪生兄弟，这个孪生兄弟很神秘，像影子一样，威力无比且报复心很强。他将一根扭曲的电线胡乱缠在一块木头上，然后开始鬼鬼祟祟地暗示，他可以通过这个超级复杂的装置与距离遥远的孪生兄弟进行交流，还可以让孪生兄弟在任何时间发动进攻。不仅如此，他还暗示敌人，说他们的同盟也有看不见的伙伴，叫作威利斯，而威利斯能在一眨眼的工夫变得很凶恶。狱卒一开始还很怀疑，后来派出间谍向人类打听，问是不是

他们的每一个敌人都有一个伙伴——威利斯。答案是肯定的，而且人类还很乐观地断定，只要战争继续，他们的敌人拥有威利斯的数量会增加。由于利明出色的计谋，加上碰巧有灾祸发生在狱卒身上，使得谣言传得沸沸扬扬，敌人出于自身安全考虑，释放了利明并将他遣送回地球。敌方联盟最终在一个谣言的压力下瓦解了。

这个故事以一种迂回的方式，让年幼的我学会了一个道理：人类的聪明才智能够使其在任何困境中跨越种种障碍，开辟出一条生路。意识研究的历史展示了这一令人骄傲的精神，但同时也凸显了我们共有的品质中令人沮丧的一面。几个世纪以来，不同的研究领域都持同样的观点，即科学难以解释意识。这一章的论述也表明，许多现代哲学家仍赞同这种观点，并提供大量的论据试图证明用科学方法研究意识是毫无意义的。从心理学历史上看，在很长时间里，即使是科学家们也都追随失败主义的浪潮，避开与意识研究领域相关的论题，认为意识不能通过实验方法得到证实。比如，20世纪最著名的实验心理学家乔治·米勒（George Miller）在1962年建议：“我们应当在一二十年内禁止使用意识这个词。”

幸运的是大约30年前，一批有着与利明一样的进取精神的科学家，不顾同事们的反对（认为意识是世界上最难解的谜），以积极探索的态度开发意识领域，希望有所发现，就算是为了兴趣也好。这样的故事在科学史上重复了无数遍：由于怀疑我们的理解能力而做出了不科学的论断，这些论断最终演变为令人惊叹的科学进步。但这次的情况很独特，主题是关于人类的本质。

从现在开始，我不再提哲学观点。相反，我重点关注意识科学的成功之处。我将描述对未知世界勇敢而好奇的探索所带来的成果，我们已有的丰富的、引人入胜的证据表明意识究竟是什么，以及大脑是如何产

生经验的。

第2章　大脑进化简史：思维的科学

大自然的第一课是失败

1998年，我开始在剑桥大学医学研究理事会（MRC）认知与脑科学中心攻读博士学位。入学后没多久，系主任威廉·马斯兰·威尔逊来到我的办公室。威尔逊是个高个子，黑头发略带点灰白色，面目和蔼。他亲切地和我闲聊了几分钟，欢迎我的到来。我很感动，除了一点：他一直用各种不同的名字称呼我（将混淆名字上升到艺术层面）。后来他起身走了，到门口又停了下来，开玩笑似地说："大卫，记住，科学研究的第一课是失败。"这话有点怪，开始我没有在意，直到我的第一个实验以失败告终，才体会到科学研究的第一课确实是失败。

做科学研究，失败是难免的。作为科学人员，我们探寻真理。为了更接近事物的真相，我们要以创造性的方式探究不同的可能性。很多观点肯定是不正确的，将科学团体作为一个整体来考虑更加凸显了这一点——这个团体由上百万互相竞争的科学家组成，其中很多科学家都持有不同的观念。

举个例子。在科学史上，有很长时间人们都相信宇宙中充满着一种叫"以太"（ether）的物质。一直到19世纪末人们普遍接受的一种观念是："光以太"（luminiferous ether）是光在宇宙中传播的介质。直到20世纪初，这种认为宇宙中存在无所不在的"以太"的观念才失去立足之地，而这要归功于艾伯特·迈克耳孙（Albert Michelson）和爱德华·莫利（Edward Morley）做的一个严谨的实验以及爱因斯坦的理论。现在我们将"光以太"视作过时的、已消亡的理论。

事实上，用“消亡”一词来形容早已被废弃的科学理论是一个很贴切的比喻。科学方法与生物进化之间有着令人惊奇的相似性：两者本质上都与信息有关。科学方法实质上注重的是数据信息。科学思想的发展其实是一个进化的过程（尽管看起来不是很明显）：早先存在的思想出人意料地变成一种深奥的新理论，能更深入地解释一些现象，接着这种理论开始流行，同时与一批意见相左的学说相互竞争。这种理论还能继续存在的条件是：与之竞争的理论不能更精确地解释世界，或不能得到科学团体成员的认同。通过这种方式，各种关于宇宙的有用信息产生、繁荣、消亡，就像生物物种一样。

另一个更让人惊奇的观点是：所有的生命体在本质上是一个科学实体——尽管生命体仅仅关注有关生存与繁衍的信息，而科学关注宇宙中任何有趣的信息。

大自然与科学在成功和失败方面都很相似，而科学研究的第一课是失败，所以我们也同样可以说大自然的第一课是失败。在所有物种中，现今存活下来的只有千分之一。但更为重要的是：生命体为了更有效地存储与改进关于周围世界的假说而进行各种自然实验，最后形成规定生命本质的机制。

这本书的主要论题是：意识只是一种信息处理过程，主要处理那些有用的、关于世界模式的信息。本章论述是为了说明，意识不是突然神秘地出现的，而是像自然界所有生物一样，有一个逐渐发展的过程，并与准确获取有用信息的、普遍的生物机制密切相关。因此，我们大脑及意识的运算信息，反映了进化过程中几乎所有的特性。

进化的本质

进化的基本理论极其简单：所有生命体共同的祖先经过几十亿年的时间进化产生了上百万种不同的生命形式，这些生命形式有些已经消亡，有些现今还存在。之所以出现这种情况，原因之一是资源有限，各种生物为获取资源而互相竞争。一些有机体将另一些有机体消灭了，竞争演变成激烈的战争（不管是在各物种之间还是在物种内部，都是如此）。那些有利于有机体生存与繁衍的特性被保存下来并进一步发展，而那些阻碍生存与繁衍的特性经过几代的演化逐渐消失。物种的特性经过一代代的变化，才产生新的物种。

物种的特性主要由基因决定，基因是决定有机体性状的独特指令。一种生物的基因会复制给后代，因此后代与先辈有相似性。但这些指令有时候会出错，从而使下一代出现一些新特性。这种错误不同于书本中的打印错误，后者是实实在在的错误，而基因代码的错误，或者称为“基因变异”，有时候反而对生命体有利。如果一种生命体繁衍后代的方式是有性繁殖，而不是简单的自我复制，那么其后代之间的相似性会越来越少，而且随着时间推移，生命体产生变异的可能性会增大。

以上概述了地球上的生命体是如何进化的，其中隐含着生命体的一种内在需求，即准确反映世界相关特性的需要。从某种角度上说，这种内在需求是进化的本质，可能有助于创造基因、DNA，甚至是生命体。

复制复杂的化学结构与叛逆的后代

虽然不能证明生命最初是如何产生的，但是不少关于生命起源的学说还是有价值的。不管生命最初是以何种方式产生，有一点是肯定的，就是存在大量的化学分子。这些化学分子中的小部分能够通过简单的化学反应进行自我复制（令人惊奇的是，我们确实发现了一些能进行自我复制的无生命分子，并对其加以技术利用）。

化学分子经过几亿年随机的相互作用，活动方式更加多样化；在各种进行自我复制的化学分子中，必然存在大量可变因素。一些化学分子完成复制需要的能量和资源比其他化学分子要少。这些化学分子复制的后代，在相似程度以及适应剧烈的环境变化的能力方面比其他化学分子要强得多。

从某种意义上说，进化的第一步就是：碰巧有一两种化学分子特别擅长复制相似性很高的后代，尽管这时还是没有出现生命形式。

发展到这个阶段，化学分子的数量很可能会剧减：低效率的非生命体复制因子在争夺资源的竞争中失败，然后消失；而优秀的复制因子处于支配地位。接着新的竞争就在这些优秀的幸存者中展开。即使在这个生命形式还没有出现的早期，为争夺能源和化学成分而展开的激烈斗争也是一种进化过程，因为这种斗争具备了进化的主要因素——为有限的资源而激烈竞争。表面上看，是不同的化学物质在竞争；但从本质上讲，却是关于如何保存自身并进行复制的各种“想法”在竞争，这点可以从这些原初生物（proto-creatures）的化学信息中得到体现。

比如，在附近没有任何钾元素的情况下，想要成为一个依赖钾元素进行复制的优秀的复制因子，这种“想法”就是“糟糕的想法”。如果一种

物质身处一片漆黑之中，却需要阳光来保存自身，这种需求是毫无意义的。同样，在能量稀少的情况下，需要大量能量才能进行复制的化学成分是没有存在意义的，尤其在周围还有很多竞争者的情况下，生存就更加不可能了。进化初期以数量的多少来衡量成功与否，这是由于必须保存那些准确反映周围环境的化学成分。这些化学成分了解可以获取的资源类型，以及从周围环境汲取能量的最佳方式；清楚怎样的环境变化会危害化学反应，从而需要提早防范；等等。

需要说明的是，我并不是说除了人类以外的其他有机体具有任何形式的意识，我用“信念”、“想法”这样的词汇只是为了表达方便，用来描述那些能够内在反映一定信息的生物，但并不表示这些生物具有意识。

在这场前生命体（pre-life）的“军备竞赛”中，有关周围环境的“微信念”（micro-beliefs）储存在具有自我复制功能的化学物质中，这些“微信念”对生存至关重要。这些化学物质在竞争中占有优势，因为它们能更准确地反映环境，承载着更为重要的信息。事实上，生命可能从简单的非生命体进化而来的一个关键是：非生命体不能产生复杂的物质结构，或者说不能进行大量的信息储存，而这些对生命体来说是很简单的。

举一个简单的例子。假设有三个原始的复制体——爱丽斯、贝丝和克莱尔，她们都处在一个活火山口附近。爱丽斯储存的信息是：这个地点恰好有着无限的资源（可能是因为爱丽斯与石墙产生某种强烈化学反应）。当这个火山口处于休眠状态时，爱丽斯就分解消亡了，没能进行任何复制。贝丝的化学构成使其产生如下“想法”：资源分布在好几个地方（可能是因为贝丝与石墙产生的化学反应由于缺乏足够的热量变得微弱，后来碰巧旁边出现一块灼热的岩石而使化学反应又增强）。当这个火山口处于休眠状态时，由于缺乏热量，贝丝游离这块岩石，漫无目的

地漂移，直到撞上另一块灼热的岩石，与之发生化学反应并附到岩石表层。贝丝再次接近热量和其他资源，这使她能够进行一些自我复制。但当这块岩石也不再有热量，而附近又没有其他火山口，贝丝也分解消亡了。从某种意义上说，与爱丽斯相比，贝丝的化学结构能够使其获取更为准确的有关能源地点的外部数据。爱丽斯的化学“信念”是“只有这个地方有资源”，而贝丝的“概念”是“任何一块灼热的岩石都有资源”。克莱尔的物质结构反映的信息是“有热量就有资源，与所处的位置无关”（由于受最近发热源的吸引，加上化学感应，克莱尔才得到这个信息——也许对非生命体来说，这种行为过于复杂了）。所以克莱尔的化学构成使其能够获得有关热量的最准确的信息，这使她和她的后代具备了独特的优势。克莱尔跟着贝丝到了第二个火山口，当这个火山口进入休眠状态时，贝丝就消亡了，而克莱尔却直接游向最近的发热源。随着时间推移，在应对周围环境——不时喷发的危险的火山口——的过程中，唯一存活下来的将是克莱尔这种化学结构。

生活在混乱边缘

克莱尔能产生更复杂、更准确的“想法”，这使她在“伪生命体”（pseudo-life creature）的世界中处于支配地位，但是更为有效的一种应付环境变化的方式是更新“想法”。复制真实的自我固然很重要，但在一个充满变数的环境中，随时会出现更高级的竞争者和新的危险，因此，过于专注表象是很危险的。在这种情况下，完美地复制原始的化学结构显得落伍，缺乏灵活性，因而注定要失败。那些确实能够激发创造性想法的机制，换句话说，那些具有“学习”能力的机制，将对进化极为有利。

在这个即将进入生命体的初始阶段，改变“信念”仅仅意味着不要进行完全一模一样的复制。换句话说，原初生物大家庭的成员需要在两种选择——保留有用知识与承认他们的构想可以被改进得更好——中保持良好的平衡。他们希望后代是自己忠实的翻版，但又不能太过忠实。复制的忠实性要求的降低带来惨重的代价：很多后代质量降低——或者出生时就不完整，或者缺少某一重要的化学信息而影响生存和复制。但也可能出现另外一种情况，即有些后代的质量得到改进。

保持原有“信念”与激发新“想法”之间的张力对任何复杂的信息处理体系来说都意义深远，不管这些体系是原初生命体形式，还是人类大脑的神经活动，或者是整个科学研究。中间状态，即处于一片混乱与完全稳定的中间，对任何体系来说，都是处理信息的最佳状态，而学习新知识尤其需要这种状态。任何时候进行有效信息处理都需要这种半混乱的状态。中间状态很可能是神经元网络的默认状态，这也是人类大脑神经元的运作产生复杂思想的原因之一。

科学研究领域同样存在类似的处于秩序与混乱中间的平衡状态。维护秩序的现象在社会科学领域尤为突出。例如，一个著名的教授，为人很自负（之前的研究成果让他赚了不少钱），他会尽其所能地维护自己的理论，包括运用不科学的、教条的研究方法。他可能会在论文中篡改规则，肯定自己的研究成果，而完全不顾实验数据与结论相矛盾。他坚称实验是合乎规矩的，而且手下都绝对相信他的理论，等等。面对越来越多的反对证据，他和他的科学团队，所带的博士生和博士后助理都会维护他的理论。由于他的影响力和个性力量，他的理论可能在短期内还会盛行，但最终将会被废弃。到时候，他的研究团队成员会发现，由于长期维护一个错误的观点，他们已经很难在学术界获得一个体面的位置。

另外一种情况是混乱的状态。一些科学家不断产生新想法，却不怎么热衷于通过严密的实验来证实这些想法。诚然，这些人很少拿到博士学位；即使拿到了，他们过分活跃的创造力似乎总是妨碍他们事业的发展。

最出色的科学家是这样一些人：不仅有让人尊敬的事业，而且留下了经得起考验的成果，还培养了一批新的高素质科研人员——之前指导的学生。这些声誉卓越的科学家能提出有见地的理论，而且他们的理论有实验证据的支持。但是一旦有足够的证据反驳他们的理论，他们会放弃自己的理论，然后以新的方法探究问题，总是能产生富于创见的思想。

对一般的前生命体生物来说，在稳定与混乱之间找到平衡点的要求可能过高了，因为它们缺乏复杂的结构。但是对那些最高级的、即将进入生命体状态的前生命体生物来说却不是不可能。具体来说，有效灵活的信息处理技能与生存及复制能力有关，首先需要一种方法来储存很多

已经存在的“信念”——DNA可以胜任这一工作（关于DNA储存信息的过程将在下一节讨论），然后需要一些技巧来测试关于周围环境的新“设想”是否正确。对生命体来说，主要的方法是制造一批优秀的、与自己只有细微差异的后代，而后代身上的那些差异中有小部分是一种进步，反映了有用的革新特征。

为了说明复杂性和适应性之间的关系，我再举一个简单的例子。假设用5个不同的单词（相当于原初生命体的5个不同的原子）造一个5个单词长度的句子（相当于复制由5个原子组成的化学生物）。任何一个5个单词长度的句子所能提供的信息都微乎其微，然而这样的句子可以有3 125个。这个数目不算少，但要应付不断变化的情况还是太少了。假设还是只有5个不同的单词，但可以造出的句子长度达100个单词（相当于复制由100个原子组成的化学生物）。每个100个单词长度的句子含有的信息是5个单词长度句子所含信息的20倍。更为惊人的是，100个单词长度的句子可以有8×10^{69}个！

因此，如果表现更多的不同类型“想法”的能力有利于进化，化学生物的形体就要变得更大，结构要变得更复杂。一些化学生物会比其他同等大小的生物更擅长储存信息，更擅长在稳定性和可变性之间找到平衡点。这些化学生物的结构及其本身的复杂性对进化的过程起了积极作用。

一旦达到某一程度的复杂性，生命体就迅速产生了，这几乎是必然的。希望成为生命体形式的竞争者们进入一个高效学习的阶段，与那些简单的、缺乏灵活性的对手相比具有绝对的优势。这些优秀的、试图成为原初生命体的化学生物需要具备很强的适应性，能最大限度地利用可用资源，并击败那些稳固不变、缺少灵活性的对手。

进化到了这一阶段，即将向更高一级迈进。与这一阶段的进化过程相类似的情况是人类科学的发展进程。人类历史上大约有99.5%的时间几乎没有什么科学成果，但在过去400年里，在印刷出版业、教育、科学爱好者、引起热烈争议的理论以及有文字记录的证据等因素的作用下，人类的学习能力得到提高，科学新发现也急剧增加。

RNA与DNA

原初生命体发展到某一阶段，很可能通过几个简单的小步骤就进化成由RNA（核糖核酸）构成的早期生命体。RNA是DNA的近亲，与已知的任何非生命体相比，RNA是更高效、更灵活的信息载体。

RNA是如何承载信息的？和DNA一样，RNA是由碱基组合而成的长链状分子，RNA碱基有4种类型，或者称为4个“字母”。3个字母组成的三联体序列是一种很重要的组合，RNA中的“词”都由3个字母组成（对DNA或RNA而言，所有词都是3个字母长度）。每个词代表一种氨基酸（共有20种左右的氨基酸）。氨基酸是构成细胞的物质，氨基酸组合形成蛋白质，而几乎所有的细胞活动都离不开蛋白质。细胞根据氨基酸排列顺序制造不同类型的蛋白质，而这种氨基酸序列就是基因。[1]

原始非生命体简单的分子结构只能反映有限的信息，与之相比，RNA所能反映的信息要多好几倍。RNA通过制造大量的蛋白质分子承载信息，一个细胞就可能包含上千个蛋白质分子，而每个蛋白质分子的化学结构都要比任何一个简单的非生命复制体复杂得多。

这是一个无比复杂、灵活的系统，尽管RNA编码的随意变动会引起内在信息的变化。之前讲到简单的非生命化学物质时，提到这些化学物质具有反映周围环境的“想法”，这样的说法显得有些牵强，因为这些化学物质形体太小，化学特性很少，所能反映的信息量也微乎其微（尽管这些早期的信息承载体在从非生命体进化到生命体的过程中起了关键作用）。而基于RNA的生命体形式是经过一个周密谨慎的进化过程形成的。RNA作为信息储存载体，像计算机一样具有特殊字符编码（计算机采用0和1二进制编码），而它的“软件程序”用来制造蛋白质。经过几代

的进化，RNA很可能会发生一些改变。为了更新记录在RNA上的信息，使生命体具有更优秀的特性，RNA字母的序列会稍作改动，结果是淘汰那些不能准确反映信息的生物，而培养那些能够最准确地反映信息的生物。通过这种方式，基因不仅能储存信息，而且经过几代的演化逐渐学会最佳的生存方式。

与简单的自我复制的化学物质相比，RNA在向生命体的进化过程中迈进了一大步。即便如此，它还是有不少缺陷。RNA的分子结构不稳定，很容易被分解。RNA储存简单的信息没有问题（因为这些信息可以很快被复制），但很难储存那些由上千个字母组成的复杂信息。复杂信息的长序列结构会很快分解，导致有机体不能将经过自然选择而产生的有利特性传给下一代。

换句话说，想要增加信息储存量，RNA不是理想的选择。RNA无法增大信息储存量：储存的信息越多，成功传给下一代的信息会越少。对RNA来说，一旦信息量增加，稳定（维护一种“信念”）和混乱（创造性地开发新“想法”，包括好的“想法”和坏的“想法”）之间的平衡就会被打破，结果完全向混乱倾斜，而之前积累起来的有用信息会丢失，生命体也必然要消亡。

DNA解决了这一问题。细菌可以说是第一个真正的生命体。在我们看来，细菌极为简单，但是即使是体积最小、结构最简单的细菌，其生物结构都必须包含一个DNA链，而这个DNA链由超过100 000个字母编码组成。复制DNA需要更多的能量，但它要比RNA稳定得多，也就是说，DNA在复制时很少会出错。因此，DNA作为储存信息的主要分子形式，对生命进化来说是件好事（RNA只是作为DNA与蛋白质的信息中间载体）。DNA与RNA结构极其相似（主要区别是DNA是双股结构，而RNA是单股结构），可能在进化早期就出现了，而且DNA的产生可能会

相对容易些。

回到复杂性和适应性的问题，我们可以用一种更为具体的方式讨论生命体，而不是简单的非生命体。与人类基因组（一个有机体的所有基因）30亿个字母编码相比，细菌具有的100 000个字母是个小数目。但从原则上看，这个数目已经能产生足够多的不同类型的蛋白质，数量超过宇宙中原子的数量。事实上，只需要几百个DNA字母的不同组合就能超过宇宙中的原子数量（10^{80}个）。因此，经过DNA重新编码，细菌从原则上讲能够做任何事。例如，目前生物技术工程师正在研发一种新型细菌，能够从废品中提取柴油。

[1]这个系统以一种极其高效的方式储存信息，其运作形式与计算机类似，只是RNA只有少量的4个字母。对信息处理来说，4个字母少得过分，但是原则上4个字母可以进行各种编码。计算机采用二进制，即1和0，只要由这两个符号构成的序列长度够长，0和1就可以表现大量不同类型的信息。1个数字的排列可以反映2类信息（2^1,即1或者0），2个数字序列可代表4类信息（2^2，即00,01,10或11）。以此类推，10个数字序列能代表的信息类型就很可观了，达1 024（2^{10},即0000000000,0000000001,0000000010，一直到1111111111）。RNA和DNA的运作方式与计算机相同，只是在1和0之外再添加2个数目。RNA的4种字母可以简单地标识为0,1,2,3，但通常我们以A,G,C,U表示，分别代表4种化学碱基：腺嘌呤（adenine）、鸟嘌呤（guanine）、胞嘧啶（cytosine）和尿嘧啶（uracil）。DNA的碱基与RNA相似，只是由T取代U，即由胸腺嘧啶（thymine）代替尿嘧啶。为什么要采用3个字母组成的序列进行编码呢？3个字母组成的三联体序列有64（4^3）种不同组合，足够用来表现20种氨基酸。而2个字母组成的序列只有16（4^2）种组合，不足以表现20种氨基酸。这就是RNA和DNA以3个字

母的词进行编码形成氨基酸，进而构成蛋白质的原因。

具有普遍性的基因语言

地球上的生命体在这一阶段的进化过程都是一样的：DNA储存与有机体结构和功能相关的指令；RNA临时复制DNA编码片段，将信息转化成不同类型的蛋白质；而蛋白质是所有有机体必备的生物分子。这一过程在最初形成时肯定很成功，击败了其他所有的竞争对手。科学家对这一点很肯定，因为所有的已知生命体——从最简单的细菌到包括人类在内的动物，在这一阶段的信息处理过程都是一样的。

生命体的DNA结构的一致性让人惊奇。最近有段时间，我待在意大利东海岸一个叫瓦斯托的小村庄里。由于我知道的意大利词汇少得可怜，与当地人交流时，不得不配上笨拙的手势。谈话进行得不算太糟糕，因为我还懂一点西班牙语和法语，就这样用几种语言磕磕碰碰地与人交谈。不管是意大利语，西班牙语还是法语，相互间都有类似的地方（毕竟都属于人类的语言，而且讲这些语言的人还生活在同一个大洲）。但是，由于几千年历史和文化的差异，大部分意大利语在发音和拼写上都与英语不同。

欧洲语言之间存在差异，但不同生命体的基因“语言”的情况则完全不同。人类与细菌早在10亿年前就按不同的方向进化，但是两者都通过4种类型的碱基经过三联体序列产生64种组合（氨基酸就是由三联体序列编码而形成的），且两者的基因中每种相对应的组合的意义相同。用一个比喻的说法，整个生物界使用的不仅是同一种语言，而且还是一种口音的方言！

很多例子都可以证明不同生命体基因令人惊异的同一性。比如，科学家已经无数次成功地将一个物种的基因导入另一个完全不同的物种体

内，从而改变该物种基因的性状。这样的实验包括将人的基因注入老鼠体内，或将老鼠的基因注入苍蝇体内。你可能会觉得这种基因替换不合乎自然规律，生物实验室里将会制造出像弗兰肯斯坦（Frankenstein）那样的人造怪物。但事实远非如此。比如，自然界中有13%的植物是由两种不同谱系的物种的基因混合产生的。而且有资料表明，人类与病毒或细菌之间可以进行有利的基因替换。

DNA-RNA-蛋白质体系能够在进化过程中迅速崛起并取得控制地位，部分原因在于这是生物储存和处理信息的理想体系。DNA是大量基因信息极其安全可靠的载体，而蛋白质能有效地检索和表达信息。另一种简单的复制有机体的方法是：将2股DNA编码解开，每1股各自进行自我复制，然后将4股合在一起，形成2个双股DNA，通过这种方式产生新的细胞。

这种基于DNA的机制具有很强的储存信息的能力，并且能轻易地转化成蛋白质。因此，在40亿年前，这种机制肯定轻松地战胜了其他竞争者，而且这种机制一旦控制了局面，就不可能退出。

逆境中的革新

虽然基于DNA的生命体在现阶段努力地想保存大量的“想法”，但是大量一成不变的信息处理过程变得越来越枯燥乏味，就算环境发生变化，DNA编码还是没有改变。

更糟糕的是，还存在各种生物机制尽一切努力保持有机体的稳定性，防止有机体发生混乱。比如，形成氨基酸的DNA，即使编码出错（在很多情况编码会出现少许变动），还是能够正常运作。一些有机体体内还存在更为活跃、复杂的机制，一旦编码出现任何错误，这些机制就会马上进行侦测、校正。

但是还有另一套生物机制与DNA的稳定性相对抗。例如，一些机制会在井然有序的DNA编码中加入一定数量的杂乱无章的编码，弄乱整个DNA片段，使这种有机体在几代的时间内吸取大量新“想法”。

在稳定和混乱之间取得一个平衡点有助于有机体进行高效率的学习：一方面可以保持原有的DNA的“想法”；另一方面，经过几代的演化，DNA编码改变从而产生新的“概念”。但如果永不偏离这个信息平衡点，又会出现低效率、愚钝、顽固等缺点。一种极端的情况是：如果可以轻轻松松地生活在1 000年来都不会变化且没有敌人的环境中（这种情况可能适用于少数细菌），那么尽量使现有成功的“想法”保持不变是完全可以的。另一种极端的情况是：如果一个物种的基因的“想法”明显不成功，导致这个物种的很多生物因急剧变化的环境或过多的竞争者而大批死去，那么最大幅度的革新是该物种的生物生存下去的唯一途径。尽管混乱带来一些不好的“想法”，导致更多的死亡，但是只要出现新的、正确的“想法”，这个物种中的一些成员必定能存活下去。在这两种

极端情况中，中间的平衡状态就不起作用了。

生命体在进化过程中一般都会经历顺境和逆境。最佳的解决办法是能够根据环境的变化调整已有的“信念”与新的“想法”的比例。所以，理想的情况是：有机体在处于顺境时，阻止DNA产生任何混乱的变动；但处于新的充满竞争威胁的时期，原有的“信念”不再起作用，就要积极鼓励冒险与创新。

墨守成规与创新也是人类经验中显著的心理特性。每个人都有一些习惯，这些习惯动作已经重复了上千次，比如晨起冲澡的习惯。我习惯在冲澡时一边机械地用海绵球擦拭身体，一边做白日梦。但是如果水忽然变得冰冷，我会一下子清醒过来，停止幻想，然后去修理出了问题的水暖装置。意识到水暖装置出现问题，要想办法去修理，我清醒了不少，人也有干劲了，当然也不会继续做白日梦了。事实上，这种意识一下子清醒过来的现象并不是巧合。我将在本书中详细说明，这种革新动力是意识的主要特性。相反，无意识及习惯的主要任务就是利用意识革新产生的丰盛成果。

像细菌这样基于DNA的简单的生命体，不具备任何形式的意识去指导它们进行各种程度的革新——从教条式的机械运动到孤注一掷的创新，但是细菌有一套了不起的机制，当它们觉察到周围出现危险时，会根据危险的不同程度做出相应的创新反应。这是一个令人吃惊的现象：即使是卑微的单细胞有机体也具有反映意识和无意识之间区别的复杂的学习策略。

保持基因活力的三种方式——基因突变、性繁殖与死亡

基因突变是向DNA编码中注入新“想法”的最明显的途径。尽管DNA分子很有活力，但并非完美，偶尔也会出错。以细菌为例，每1 000万个字母会出现一个错误，而细菌有10万个字母进行DNA编码，也就是说100个细菌包含的字母中只有1个字母发生1个错误。有些错误不会导致生物性状的变化，因为这些错误只是另一种编码形式。而另外一些错误会改变蛋白质的构成，从而严重影响细胞的功能。基因突变带来进步的可能性很小，也不大可能产生有利于生存繁衍的更好的“想法”。

对所有有机体来说，为了获取更多的新“想法”来应付动荡的环境，其中一个办法就是控制基因突变的数量。一些物种确实利用了这一办法，比如细菌在形势严峻、生存压力加大的时候，会增加基因突变数量。酵母菌面对生存压力的反应不是基因突变，而是改变整个染色体的结构，这种做法能产生同样效果。

有趣的类似情况也发生在灵长类动物身上。社会地位较低的灵长类动物比地位高的同类更喜欢标新立异——希望通过这些举动获取高一级的地位。人类也不乏这样的例子，比如战争总是会带来技术的飞跃。

动物的基因突变率虽然和细菌相似，但是存在一个严重问题：由于动物基因的形体要比细菌大很多，结构也更为复杂，动物进行自我复制的速度比细菌慢50万倍，这就导致动物基因的创造力远远不如细菌基因。很多动物应对变化的能力非常差。6 500万年前，陨落到地球上的直径10公里的小行星对很多动物来说都是致命的，尤其是对恐龙而言。其中一个原因是，这些动物不能适应这颗行星带来的气候变化，75%的动物就是因此消亡的。尽管不可能收集到因这一事件而死亡的细菌数

量，但是细菌的死亡比例很有可能很小。由于细菌能够很快适应这颗小行星坠落带来的可怕环境，进化选择了这些生存在大多数物种体内的新型的细菌，而这种选择破坏了进化过程。

为了弥补复制速度缓慢带来的严重不足，动物开始进行性繁殖。从很多方面来看，性繁殖是一种新策略。尽管细菌主要通过简单的分裂方式繁殖，在繁殖过程中保存每个基因，但是细菌也可以进行类似的性繁殖：通过与另外一个细菌（甚至是其他种类的细菌）结合，替换对方的基因编码片段。但对动物来说，性繁殖是一种必须，而不是例外。

从“自私的基因”的观点看，沉溺于性繁殖而不是进行简单的自我复制会带来一些小祸患，因为只有一半动物基因的特性传给下一代。但是性繁殖会提高基因创造力，这证明性繁殖的方式是有价值的。动物两性的基因混合产生新的基因信息，能提高后代应付危险的能力。这种补偿复制速度慢的方式极为有效，所以大部分动物都进行性繁殖。

充分利用性繁殖的一种动物是地位较低的线虫（nematode worm）。秀丽隐杆线虫（Caenorhabditis elegans）是线虫中的一种类型，成为基因研究的模式生物。秀丽隐杆线虫结构简单，发育后代的速度很快（约为4天），繁殖方式为有性繁殖。这种线虫可以自由选择生育后代的方式——通过自体受精或者与其他线虫交配。

从信息处理角度看，如果线虫生活的环境很安全，有充足的食物，那么不妨采用自体受精的方式，因为它的有关生存的基因信息准确无误。但如果线虫生活在有致命危险的环境中，它的下一代的DNA就要做重大调整，而经性繁殖产生的下一代可能具有更好的基因来应付恶劣的环境。秀丽隐杆线虫就是按照这种方式繁殖的。帕特里克·菲利普斯（Patrick Phillips）及其同事的研究结果表明，当遇到像细菌感染这样

的威胁时，秀丽隐杆线虫很可能放弃自体受精，而与其他线虫交配繁殖，使其家族世系有可能存活下来。在这种情况下，通过与其他线虫交配产生多样化的基因，虽然会造成混乱，但还是有利的。相反，那些无视危险进行自体受精产生的后代，不能适应变化的环境，不出几代就会马上消亡。

另一个保持基因创造力的方式是死亡。有一种观点认为，研究机构让那些脾气暴躁的老教授到一定年龄退休是明智之举，这使得顽固过时的理论和思维习惯不能长久地影响学术圈，也使年轻的、富于创新思想的科学家有机会展现才华。同样，在自然界，死亡很可能使生物体避免积累过时的信息。有机体在逐渐消亡，这是事实。生物成功生育后代后突然出现的致命的基因疾病不是进化关注的重点，这也是事实。但这些并非事实的全部。

在某些情况下，死亡也会陷入困境，似乎并不那么确定。比如，生活在寒冷荒凉的南极地区的一些细菌，生命处于停滞的状态，但还活着，如果有必要还可以这种状态活上几十万年。另外，所有被测试过的有机体——从酵母菌、虫子到人类，仅仅通过少吃点，至少能增长1/3的寿命。因此，这很可能是一种重要的生物机制，使生命体坚持得久一些，直到有足够的食物，而且环境变得适合生育下一代。所以在某种程度上，死亡像是事前设计好的，具有灵活机动的特性，而且很可能有充分的理由。

如果没有自然死亡，一个物种的基因创造力会受到过时的思想的损害，随着时间推移，这种损害会变得越来越严重。如果年老的一代不消亡，有着创新思想的后代很难得到发展，因为家庭内部就存在激烈的竞争。如果这种情况持续几代，那么优秀的思想会变得越来越少，而这一物种对外界变化的反应也会越来越迟缓。一旦出现危机（年老的生物是

无法解决这些危机的），这个物种应对危机的能力会非常差。而如果正常更新换代，情况会好很多。

这也是我们通常不会全部记得所经历的事情的原因。牢记那些不断增多的不相关信息，会严重干扰我们的日常生活，最终使我们患上精神疾病。有着惊人记忆力的所罗门·舍雷舍夫斯基（Solomon Sherashevski）的例子可以说明这一点。所罗门生于1886年，在一个俄罗斯籍犹太人的小团体中长大，近30岁时成为一名记者。

就在他做记者后不久，人们才发现他具有超人的记忆力。一天，编辑与往常一样在早上开会，给记者分派采访任务。每个人都忙着做笔记，除了舍雷舍夫斯基。他甚至连笔和纸都没带。编辑认为舍雷舍夫斯基太懒了，对他很不满，让他解释为什么不做笔记。舍雷舍夫斯基说他根本不需要做笔记，因为他清楚地记得听到的每一句话，而且向来都如此。编辑不相信，让他马上证明。舍雷舍夫斯基照他说的做了，一字不差地复述了编辑在当天早上说过的话。

实际上，舍雷舍夫斯基自己也感到莫名其妙，为什么其他人会和他不一样？为什么其他人会马上忘记这些重要的事情呢？这意味着什么？现在人们终于明白舍雷舍夫斯基异于常人了。舍雷舍夫斯基被送到俄罗斯著名心理学家亚历山大·鲁利亚（Alexander Luria）那里，亚历山大花了30年的时间研究舍雷舍夫斯基的记忆力。

舍雷舍夫斯基的记忆力确实惊人，他似乎能很轻松地记住所有事情。举一个例子，有人对着他用意大利语大声朗读但丁《神曲》里的段落，而他根本不懂意大利语。15年以后，他能够准确地复述这些诗句，连重音和发音都与当初他听到的一模一样。

拥有天赋的神奇记忆力也要付出代价，这种记忆力带来了一些负面

影响，有些影响不严重，有些却很严重。其中一个缺陷是偶尔会出现“只见树木，不见森林”的情况，也就是说，舍雷舍夫斯基不能理解所记住的信息的意义、结构及模式。他能记住一长串的数字，却完全不知道简单的数字排列结构，例如他就不明白1、2、3、4是递增数列。

上述这些思维方面的怪现象与超强记忆力带来的情感困扰相比，根本算不了什么。由于舍雷舍夫斯基的想象力太丰富了，他经常会把现实当作幻想。想象力严重影响了他的现实生活，他做一件事要费很大的劲，比如看小说这样寻常的事情对他来说却很吃力——小说中的每个字都引起他的想象，形成很多画面，让他分心。出于同样的原因，舍雷舍夫斯基努力地克服过去的经历给他带来的重压，他甚至对一岁之前的事情都记得一清二楚。他极力想抹去过去沉重的记忆，因为那些记忆中包含了早期的一些令人紧张的情绪，如恐惧和婴儿时期的哭泣。

舍雷舍夫斯基的例子说明，有时候旧有信息的消亡反而能让人更成功。一个人适当地忘掉一些过去的事情，有助于准确、有条理地思考当下的事情。同样道理，老一代生命体的死亡能使一个家族或物种有更强的能力应对变化的环境。

进化的动力就是繁衍后代，生存居次要地位。死亡作为一种进化手段，展示了繁衍与生存之间的矛盾：为了使基因能够更准确地反映最新的相关信息，有利于繁衍后代，有机体会毫不犹豫地放弃生存。

激发基因活力的其他途径

要想获取有用的新思想以保持DNA序列的活力，或者调整学习速度以更准确地反映现有信息是否有误，方法不止基因突变、性繁殖和死亡三种。

简单的有机体可以利用很多方法使自身更好地生存与繁衍，其中最简单的方法就是将一段基因编码移到其他地方。毕竟，如果大部分编码能反映有用信息（很可能这些编码已经制造出了一个功能性蛋白质），那么它们转移到另一基因组就能够创造出更有利的蛋白质。这种方法比基因字母一个一个艰难地改变排列更有效，可以很快产生有用的思想。当然这种编码移动也可能导致灾难性的后果，但也有可能向有利革新的正确方向发展，如果成功，就向革新前进了一大步。

混合DNA编码信息的方式很多。转座子（transposons），或称作跳跃基因，是一整段基因编码，可以在基因组内从一个地方跳转到另一个地方。

跳跃基因的来源与行为都很神奇。有些跳跃基因可能是存在于一个生命体内的另一种生命形式，在结构密集、双股缠绕的DNA链上可能会出现某些有利于生存和繁衍的基因。就像一个有机体经过几代的演化摸索得到能够更好反映环境的“信念”，这些跳跃的DNA编码片段也是经过演化形成的，由一系列的DNA字符组成。如果这些跳跃基因产生致命错误，影响宿主（即有机体）的功能，它们就会被淘汰；如果它们能对有机体产生任何有利影响，那么它们存活下来的机会就很大。

在这些可能会被理查德·道金斯（Richard Dawkins）称为“微型复制机器”的跳跃基因中，有大部分是病毒入侵的残存物。如果这些跳跃基因

真能形成某一生命形式，那么病毒很可能就是地球上最成功的有机体。病毒的数量超过所有有机体的数量总和，很可能在生命体产生的时候病毒就存在了。病毒只有在进入宿主细胞内才能进行复制，也正是因为这个原因，一般不将病毒归入有机体范围。人类与细菌的关系是矛盾的：虽然我们知道有些细菌是有害的，甚至有致命危险，但是我们的消化系统却需要细菌帮助消化食物。事实上，在我们每一个细胞中都存在的线粒体就起源于一种入侵的细菌（线粒体能为细胞活动提供能量）。而我们与病毒的关系则不同，我们讨厌病毒，因为病毒只会使我们生病。但也许我们不应该草率下结论，病毒也可能对我们有利。

病毒虽然形体比细菌还要小，但种类繁多，是地球上最有创造力的复制机器。病毒适应性很强，以流感病毒为例，我们每年都要受流感病毒感染。而细菌（病毒的近亲，比病毒单调，但结构比病毒稳定）要花几十年时间才能产生抗生素抗性。流感病毒每年都发生变异，变得越来越危险，能更有效地感染我们。从某种意义上说，流感病毒特别聪明，特别有创造力，但这仅仅是因为流感病毒基于RNA的基因组极不稳定的原因。由于变异以及被感染者产生免疫力，流感病毒原先的基因组不再发挥作用。而有着新基因组的流感病毒又能够感染我们，效果与一种新病毒一样。

关于侵入有机体内的病毒有两点要补充说明。从一个角度看，病毒只是利用新发现的信息，找到一个更理想的宿主。但从单个基因及其面对的进化压力的角度来看，结论会稍有不同。如果这一单个基因确实能反映有用的信息，而它很可能被一堆糟糕的“想法”包围着，携带它的病毒也马上要消亡了。此时，如果这个病毒变成一个新的混合的生命形式，如变成一个细菌DNA编码的片断，这一变化很可能使这个的基因存活下来，其有用的“想法”也得以保存下来。

反过来说，作为宿主的有机体没必要强烈抵制这一可能含有有用基因信息的病毒，因为如果碰上恶劣的环境，某一两个基因可能会使有机体存活下来。这种DNA信息的种间转移为有机体进行实质性的革新提供了可能，产生新的信息使有机体在艰难动荡的环境中存活下来。

越来越多的证据表明，这种DNA的变动和转移是一种常见过程，发生在包括人类在内的所有物种身上，是成功进化的关键。其他种间基因替换是吸收新的基因信息的一种有效而危险的方式，到目前为止，进化革新最主要的来源是病毒。

在细菌体内经常发生病毒的DNA编码导入，而人类基因组也充满了病毒残余物（人类有50%的基因组由原始病毒残余物组成）。但是一些病毒入侵对我们极为有利，可以将其他物种的有用信息转移到我们体内，或者重组我们的DNA编码而产生新特性，比如早期哺乳动物的胎盘的形成就与病毒残余物有关。

基因混合发生在相似物种间，或由于病毒入侵产生。由此可推想，生命体的DNA编码之所以具有普遍性，原因之一是DNA能够促进不同来源的新基因信息的导入。如果真是这样，那么我们会发现，尽管外部世界的斗争从不间断，而且很残酷，但整个生物圈为了优化内在的基于DNA的“想法”而进行奇怪的合作。

合作和不同层次的信息处理

科学家知道宇宙并不是由无数不相关的事实构成，他们努力探寻深层模式，即信息的组成要素与总体信息结构之间的关系。相互关联性具有普遍性，而且高度分层。比如，夸克相互结合形成亚原子粒子，亚原子粒子结合形成原子，原子相互结合形成分子，分子相连形成蛋白质，在细胞机制作用下蛋白质之间相互作用，细胞在人体器官中发挥着特定的作用，而这个人是一家全球性公司的某部门员工，该部门位于某一地区的大楼内，该地区在某一国家内，该国家在地球上，地球围绕太阳转，太阳是银河系的一部分。

人类运用无与伦比的智慧探索、解释信息结构。信息处理是所有生命体的本质特性，其主要任务之一就是反映细胞的结构及不同层次的意义。

进化生物学家理查德·道金斯提出了著名的“自私的基因”学说。根据道金斯的理论，基因是进化的核心，宿主通过复制将基因传给下一代。这里的宿主指的是有机体，按照道金斯的说法，称为“生存机器”。有机体降级为基因的载体，每个基因在进化过程中都是一个自私的幸存者。这一学说有大量的事实支持，很有说服力和影响力。

然而在很多基因组中，“真正的赢家”是那些比基因低一个级别的DNA（道金斯对基因的定义与一般的基因定义不同，他将那些自私的非编码DNA也称为基因）。一般来说，那些不参与蛋白质编码的DNA序列不归入基因一类，而称为自私的DNA。这些自私的DNA隐藏在基因组内疯狂地进行复制。例如，我们每个人有近100万个黄色节杆菌元素[1]，占了人类基因组的10%，但这些DNA序列不参与任何蛋白质编码。没有

一个有机体愿意支持这种过度的、自私的复制行为。但这些微小的DNA序列成功地隐藏在染色体中，很难被发现。

进化关注的对象不仅仅局限于基因及非编码DNA。达尔文的自然选择理论将有机体作为一个整体来考虑，这一角度同样适用于进化问题的探讨。进化关注的不仅仅是生物体基因组中个体基因的总和，还包括基因之间以复杂的方式相互作用而产生的任何基因信息。例如，人类大脑就需要几千个基因进行无比复杂的合作才能运作。

有时一些纯粹自私的基因会妨碍宿主的生存。人类很容易产生基因紊乱，我们能够生存下来着实不易。实际上，如果某一自私的基因在有机体生命早期确实对有机体产生不利的影响，有机体会在繁殖之前死亡，而这一基因也会消亡。那些对有机体有利的基因很可能会一直遗传下去。因此，基因也存在压力：在自私的同时又要以一种高明的方式参与合作与调节，以确保有机体发展。

但是，每个人看问题的视角不同。我总觉得，这种认为个体基因通过遗传给后代的方式而继续存活下来的观点，从进化的角度看遗漏了什么。关于进化的一种更简便的描述是，各种有关生存的“想法”之间存在激烈的竞争，那些能更准确反映事物的“概念”可能会继续存在（这种描述带有过度概括的倾向，同样适用于科学领域和资本主义）。这种观点与“自私的基因”理论有一点相同，即都认为有机体可能仅仅是某种更重要的东西借以存在的跳板。尽管如此，这种以“想法”为中心的定义适用于所有进化现象，也适用于存在不同“想法”之间竞争的任何情况，而这点对生物进化至关重要。

这两种观点的另一个区别是：“自私的基因”理论认为基因能够抵制任何形式的变化，而以“想法”为中心的观点则认为基因乐于改变自身编

码，只要能获取更好的思想（包括一系列基因共同反映的思想）。道金斯认为，基因突变率的控制是单个引发突变的基因不希望其他基因改变身份的自私的表现。与之形成强烈对比的是，进化将内在的“想法”摆在首要位置，这表明所有的基因都愿意改变身份，如果它们自身的“想法”明显落伍了的话。这种对基因突变率的控制，方式直接，是对严峻压力的一种反应，也是一种增加革新机会的可靠策略。

少量的“想法”逐渐积累形成高一级的“概念”，是进化的一个重要特征。如果一个人不能将事物的各项基本特征综合起来，形成整体概念并进行归类（比如他的记忆中只是些诸如“黑色”、“一个圆点”之类的简单的想法，而不是诸如“计算机”、“水果”之类的整体概念），那么他对事物的了解是支离破碎的。同样道理，一些简单“想法”可能只需要简单的基因进行运作就能产生，另一些复杂的、更有用的“内在信念”（blind beliefs）需要几百个基因共同作用才能形成，而更高一层次的“概念”甚至需要很多有机体共同作用才能形成。有趣的是，这些由低层次的成分构成的较高级的“想法”也会有进化压力，因为那些复杂的“概念”更为准确、聪明、强大。

实际上，有用的“想法”是由一定数量的基因组合产生的。同样，人类大脑处理信息的一个基本特征就是进行大量的合作。大脑的一个神经元只负责一种记忆的极小部分。如对人的脸部记忆，一个神经元能记住一个人的脸部的某一小部分特征，但它也能记住几千个人的脸部的某一小部分特征。我们对一个人脸部的整体记忆，不是由一个神经元完成的，而是几千个神经元互相作用，综合产生一种突发特性才形成的。同样，一个复杂的多细胞生物会有几万个甚至更多的基因，其中每个基因都具有多种功能，负责形成一种特性的某一小方面。人类大脑就是一个极佳的例子，大脑的产生以及正常运作需要2万个基因和80%的基因组

的共同作用。

即使是生命体出现之前的原初生物，其化学成分之间也会相互作用形成组合物，这种组合物能反映的信息胜过各个化学成分所反映的信息的总和。其实，化学成分具备的这种“洞察力”没有什么神奇的地方，只是各个组成部分的随机组合，而进化更倾向于选择那些稳定的、有利于复制的、高级别的信息。对于生命体来说，基因之间组合产生复杂“想法”的现象很普遍，因为每一种有机体都有几十亿相互作用的基因的“想法”，经过无数代的发展演化，产生大量复杂的思想。

例如，细菌之间联合成为一个整体，能够产生比单个细菌更为有效的抵御功能。在这个由不同细菌组成的合作结构中，每一种细菌负责各自的任务，这种组合类似于多细胞生物。进一步说，多细胞生物的劳动分工也很细致，不同的细胞种类负责不同的任务，这些细胞共同作用，才使有机体得以生存和繁衍。

动物之间也存在紧密的、聪明的合作，这样的例子很多，如一些群居昆虫。而越来越多的证据表明植物之间也有合作与交流。例如，花旗松通过地下真菌网与同一品种的树苗（但不是直系后代）共享土壤资源。花旗松让人联想到那些年老后成为慈善家的富翁。又如，番茄植株在遭受攻击时，会向空中和地下发出化学信号，附近的同类收到信号后会加强防备。

很有意思的是，一些特别不受干扰的生态系统会自发形成某些结构特征。例如，在尼日尔有几个区域会轮流出现茂盛的植物地带和贫瘠的土地两种面貌特征，形成了类似于老虎斑纹的保护色模式。即使在资源缺乏时，这个生态系统还是能够通过这种模式使一些植物存活下来。

这种高级的、“智慧型”的信息处理行为的根源在于DNA。但是这个

高层次的、基于生态系统的"想法"与单独的DNA片段之间的关系很遥远：处于信息等级顶端的"概念"是由底下各个层次的"想法"集合起来形成的（这一信息等级结构为：生态系统、有机体集合、有机体的生理特性、基因的相互作用等）。两者之间的距离很可能和意识与单个神经元活动之间的距离一样遥远。

超出有机体的范围讨论进化问题会引起争议，但是我想说明的是：只要各种信息载体之间存在竞争的、变化的"想法"，就会产生类似进化的行为特征。

很可能某些特别复杂的"想法"确实要由一群有机体共同作用才能形成。如果出现一种"想法"使这群有机体都能存活下来，从原则上说，进化会倾向于选择这种"想法"。虽然需要通过基因将这一"想法"传到后代，但是进化主要关注"概念"层面的信息。在这个语境中，概念层面指这群有机体（而不是基因），将这群有机体看作一个系统。同理，不是因为主宰基本粒子的物理规则生效了，才使今天的股票市场涨了1%，虽然没有基本粒子的存在，股票市场也根本不可能存在。

从DNA片段开始，一级一级直到生态系统，甚至是生态系统的上一级，从原则上说，进化在各个级别都会舍弃那些与生存不相关的"想法"，而保留那些准确的、重要的"概念"。这一处理方式会促使低层次的"想法"综合形成高一级的"概念"。

[1]黄色节杆菌元素是一小段DNA，因具有黄色节杆菌（Alu，Arthrobacter luteus的缩写）限制性内切核酸酶的行为特性而命名。——译者注

天才的细胞

到目前为止，我只是讨论了DNA层面的信息管理。如果其他有机体也采用基因信息处理的方式，那么怎样才能在进化这场军事竞赛中胜出呢？一种方式是细胞运用其他工具进行信息储存和信息更换，建立新的级别，不仅涉及各种“想法”的结构和范围，还要能进行运算。

计算机的应用使科学领域发生了革命性的变化。上周我花了几天时间，分析了一个功能性磁共振成像数据库。准确地说，是我的计算机做的分析。计算机需要进行超过30亿次的运算才能得出结果。对科学家来说，计算机是无可替代的工具，在收集和分析信息方面起了巨大的作用。

如果一种生物不仅在随机的基因突变中比其他生物优秀，而且具有很强的计算功能，那么这种生物在竞争中就具备了优势。

目前，基于DNA的“想法”只有通过进化才能更新。也就是说，通过有机体的更新换代，那些仍然能够继续生存的基因（或基因集合）被选中，而另外一些则被淘汰。这种了解周围环境的方式效率太低：在充分学到一些经验之前，上百万种生命形式已经消亡了。较为理想的一种方式是，在有机体的一个生命周期内就获取相关知识。

听起来似乎只有动物才能做到这一点。实际上，包括细菌在内的很多单细胞生物也以这种灵活的方式处理信息。

这一方式的主要机制是由基因编码形成的蛋白质。一些蛋白质之间相互作用，按照逻辑规则进行基本运算；另一些蛋白质则负责收集环境信息；还有一些蛋白质返回到制造它们的DNA分子上，通过调控不同基

因从而改变其他蛋白质的功能。通过蛋白质的这种信息交流方式，大量复杂活动得以正常进行，还可获得高效的学习形式和有用信息。

同源异型基因的例子可以说明复杂概念的形成。同源异型基因通过激活或压制其他基因，决定动物胚胎时期肢体的位置和数量。一些同源异型基因会下降一个等级，去调控其他基因的行为。[1]人类的活动与此类似。比如一个大公司里不同岗位等级的职员形成一个员工网络；或者我们所做的不同层次的归类，如便携式电脑属于电脑，电脑是一种电子设备，电子设备属于机器范畴，所有机器都是工具，工具属于物体，等等。大多数复杂的系统都受益于不同等级的知识和管理，包括单细胞生物。

但是更让人惊奇的是，一些微生物以蛋白质为基础进行运算，表现出了很强的学习能力。以细菌为例，细菌通过释放化学信号互相交流，如果化学信号暗示缺乏食物，每个细菌会分散到在一个区域内，最大限度地消费可用的一点食物。

原生动物和细菌在碰到不同类型的食物或潜在的危险时，甚至会运用一些基本的学习和记忆形式。例如，在直肠内的细菌如果发现合适的食物，它们会为消化附近可能出现的相关食物做准备。这就像在做某种预测，如果不能很快找到相关食物，它们就会放弃。

[1]人类基因组大约有23　000个基因，这一数目与其他生物相比要少很多。作为有着地球上最为复杂的器官（人脑）的生物，这一数目也是极少的。然而，通过一些聪明的技巧（如一个基因可以参与多种蛋白质的编码，基因的不同控制等级，等等），我们可以最大限度地利用这些少量的基因。衡量有机体复杂性更理想的标准是蛋白质的数量，而不是基因的数量。在这方面，我们人类远远胜过其他生物。

内在进化

进化支持那些通过高效学习获得的准确的内部信息，但这一过程有不少重要的限制因素。首先，要提高内部信息的准确性，就需要更多的能量来维持知识增长，而一旦食物供应不足，有机体就变得很脆弱。而且，要产生大量的不断增加的“想法”，需要有机体变得越来越复杂，这样就会降低有机体的复制速度。不管此刻的“内部信念”如何准确，但是环境瞬息万变，如果有机体不勤于复制后代，那么“想法”——如果有任何“想法”的话，比如记忆——中包含的关键的DNA成分就不能很快更新以赶上变化，这样有机体很有可能会消亡。最后，要储存所有这些额外的“想法”，要求有机体的体积更大、结构更复杂，而如此庞大的生物机器更容易遭受失败。

细菌恰好符合这种要求。细菌具有一定的复杂性，但复杂的程度又不至于给生存带来压力。一方面，细菌处理信息的方式很聪明；另一方面，细菌结构简单，形体微小，因而能进行快速有效的复制。以任何一种标准进行衡量，细菌都是地球上最为成功的生物类型。从数量上看，细菌的数目是惊人的，达10^{30}个；从类型上看，世界上任何地方、任何气候条件下都有不同种类细菌存在，细菌甚至能在酸性物质、核废料及地壳中生存；从寿命上看，细菌的休眠期可以长达几万年甚至几百万年。早在动物出现之前的几十亿年，地球上就已经存在大量的细菌，而且很可能在未来我们人类消亡之后的很长时间内，细菌还能存活下去。基于这些因素，在生命体出现以后，很可能在一段时间内，那些能够灵活、准确地处理信息的生物大行其道（但只是限于复杂程度与细菌相当的生物）。

这样就产生了一个问题，动物最初是怎么出现的？一种解释是，动

物的出现和发展是个意外。经过很长时间的进化探索，一旦条件成熟，生存的契机就会出现，或者说产生了“生物想法”（biological ideas）。所以，动物是生命体发展过程中一个偶然环节。当然，人类是一种奇妙无比的生物，拥有丰富的意识和非凡的才智。但是，人类聪明与否与进化是否成功是两回事。例如，人类才智的发挥似乎导致了一种失控状态，威胁到我们自身的生存。我们的集体智慧产生了一系列破坏性的后果，其中之一就是大量二氧化碳的排放造成的后果。

撇开这些威胁我们生存的不利因素不谈，先来探讨一下动物所利用的契机。细菌对信息（不只是DNA上的信息，还包括整个细胞内的信息）进行编码，很快形成和改变“想法”。细菌主要通过蛋白质表现“想法”，另一种更为有效的方式是在DNA和蛋白质之间建立许多运算链接。这个处理系统虽然很独特，但存在很大局限性：只能一步一步获取最基本的信息。如果运算能力的增强符合进化的要求，那么要怎样做才能处理更多的信息呢？一个原始的例子是：细菌相互间联结在一起来表现有关食物的信息。按照逻辑推理，下一步应该突破细胞的范围。

多细胞生物的情况又如何呢？多细胞生物的每种细胞都有特定的功能，而无数神经细胞构成了大脑。按照一种进化“假说”，快速学习和储存更多的信息，在某种程度上可以弥补维持大脑运作所需投入的更多时间及资源。

非动物类生物（包括聪明绝顶的细菌）要花几代的时间，通过自然选择和DNA对周围环境的一些基本变化进行编码。然而，即使是结构最简单的动物，只需要几秒钟就能从环境中学到大量的知识。动物轻易就能掌握有关环境的一些复杂的特性，而仅仅靠DNA可能无法理解。由于非动物类生物处理信息的能力有限，如果碰到威胁，可能会导致个体甚至是整个物种的灭亡；而动物碰到同样的威胁，甚至不会受到任何伤

害。

如果进化主要是“想法”之间的竞争，而最终获胜的是最佳的想法，那么从某种意义上说，动物为了获得更多生存机会，会紧紧抓住另一种进化形式，即内在进化。

因此，所有生物在进化过程中都要经历基因假说-测试阶段。有机体的“概念”正确与否通常由环境直接反馈，那些理想的“概念”被选中，遗传给后代，而那些糟糕的“概念”则不再存在。如果是复杂类型的细菌，有小部分重要的反馈来自蛋白质这一中间介质——蛋白质能快速地反映环境的粗略特征。

对动物来说，处理关乎生存与繁衍的重要“信念”需要有一个缓冲物。动物收到的反馈来自环境，但大部分反馈不需要经过DNA，因为DNA只能改变那些储存在大脑细胞内的“想法”。通过运动的方式，动物能够直接与环境产生互动，快速有效地检测“信念”正确与否。一个动物在一生中能产生无数的“想法”，其中一个重要的原因是，错误的“想法”不会威胁到动物的生命。

而且，动物的精神世界越复杂，就越能够细致地反映外在世界。动物结构复杂的大脑能够进行大部分的环境反馈，而这些环境反馈是改变“信念”（不管这些“信念”是储存在基因里还是神经细胞中）所必需的。

有着复杂大脑的动物，不需要动一下就能检测许多互相竞争的想法。举例来说，我因为思考意识科学问题，到半夜都无法入眠，这时我感到饥饿，很想吃腰果。开始我想去厨房看看，但是马上想到前几天大扫除清理了很多吃的东西。然后想到去超市买，但平常去的那家超市9点以后就关门了。我只能去24小时超市（开车要15分钟），或者去1公

里外的加油站。我躺在床上就能想出一个最好的办法，去买几里外的、现在急需的、很容易让人发胖的零食。从某种进化的角度看，做到这点是不可思议的。

这说明内在进化的形式已经产生，而且动物智力水平越高，这种内在进化表现得越明显。人类大脑很像一个内在进化的世界[1]。我们的大脑能充分、准确地反映世界，我们几乎不需要浪费一点体力，就能产生各种想法以及做大量选择。这种方式还很安全，我们思考各种选择时不用冒任何风险，不会发生下面的任一情况：或者在基因优劣的竞争中失败而无法生存，或者因为一些失误而造成身体上的损伤。这种方式似乎与本章开头提到的原初生命的“想法”大相径庭。其实，两者并非看起来那样不相关。两者都属于相互关联的进化步骤，都是建立在一个理论基础上，即高效的信息处理占有优势。

[1]事实上，大多数动物通过免疫系统进行积极的内在进化。动物身上有大量寄生物，这些入侵者很可能会导致宿主死亡，因此需要免疫系统来应付任何突发情况。免疫系统抵御入侵者的方式类似于自然选择的方式，或者说与大脑处理信息的方式相似。免疫系统创造性地产生很多可供选择的物质，让这些物质与病原体互相作用，当某一个物质找到一个匹配项（即这个物质学到了某些东西），形成附近存在危险的假设，抗体就会开始繁殖。这一方式是免疫系统的一个显著特征。

大脑的计算功能

在这一章的最后两小节，我要强调，动物在进化方面并不比其他生物更成功。例如，一棵橡树如果能做这样的设想：粗硬的表面能起到很好的保护作用，太阳是能量的主要来源，那么橡树作为一个物种，能够像老鼠一样数量众多，存在的时间也能和老鼠一样长。动物由于具有一系列强有力的优势，使其能进行复杂的信息处理，而动物的总体基因设想使它们具有的少数几个优越特性远远胜过其局限性。

动物神经系统最基本的功能是调控动物的基本状态，保持体内平衡（homeostasis）。神经系统就像大脑内部的一台计算机，多数动物的神经系统能控制重要的生物特性。例如，神经系统能够监测体温，动物感到太热或太冷时，神经系统会做出相应的反应。通过这种方式，使动物的体温保持在一个理想的范围内，神经系统的作用就像一个恒温器。即使是体温完全受周围温度影响的冷血动物，神经系统的这种调控作用依然有效：如果动物待的地方太冷，神经系统会引导动物向炎热一些、背阴处少一些的地方转移。这一调控能力使得很多动物比非动物类生物有优势。具体来说，很多动物的生存地点很广泛，冬天也不需要冬眠。神经系统的很多特性都可以微调，比如调节血液中能量（葡萄糖）和水的比例，盐分的浓度等。体内出现任何不平衡，监测系统会进行纠正，如果有必要的话，化学信使（通常是某种激素）也会进行调节。

但是这种内部调节只是动物大脑的一小部分功能。大脑的主要任务是感知外在世界，获取信息数据，在此基础上做出反应。获取准确的外部信息对生存意义重大。一些细菌具有基本的感知能力，能够通过蛋白质转换觉察到什么时候食物缺乏，能做到这点其实很聪明。但是，如果食物在附近，却被化学物质掩盖，以致细菌觉察不到食物，这种情况

下，细菌就会显得很笨。动物有多种感知能力，在寻找食物时，通过视觉很快发现哪个地点有什么食物，是否有其他动物已经在享用；通过嗅觉感知到食物所含的能量是否丰富；通过听觉判断是否有其他食肉动物埋伏在附近（如果有的话，等到自己开始尽情进食时，这些食肉动物会猛扑过来）。

我们对自身的感知能力太习以为常，很少去探究这些感知的本质。感知只是获取环境信息的渠道。比如，视觉是由于小部分电磁波的刺激形成的，我们周围几乎所有的物体都会反射甚至释放电磁波；听觉与在空气或水中传播的压力波有关，物体的震动会产生压力波；嗅觉与化学刺激有关。各种感知能力给我们带来完全不同的感受，但关键的一点是，所有感知到的都是信息。

在雪貂身上做的实验可以说明这点。改变刚出生的雪貂的视觉通路，这样原先到达视觉皮层的信息会传到听觉皮层，而本来专门负责听力的听觉皮层会处理视觉信息，最终雪貂还是能够看见东西。而且，在听觉区域甚至出现属于视觉皮层的特征，如出现专门表现物体轮廓的神经元。听觉皮层的运作和视觉皮层的运作不完全一样，但是所起的功能相同。另一个例子是出生时就看不见的盲人。盲人阅读盲文，主要在大脑的视觉区域处理文字信息。盲人的视觉区域没有视觉输入，但这部分的大脑皮层承担起了阅读盲文的任务。这些例子说明，所有的感觉处理对大脑来说只是信息，大脑的每个区域都能处理各种类型的信息，即使该区域原本是处理某一特定类型的数据的指定区域。

重要的是，我们对世界的感知不仅仅是感官接收到的物理信息的拷贝——这点对复杂的神经系统尤其重要。一台无意识的统计机器在运作着，将我们接收到的基本信息转换成详细的即时信息，包括不久的将来可能会变成怎样，以及什么对我们很重要。

但是，仅仅让感觉器官装满信息是没有意义的。如果只是一味地囤积信息，而从来不运用这些好不容易得来的知识去做有意义的事情，那么储存信息会变得毫无意义。真正需要做的是将信息与行为联系起来。换句话说，要行动起来。对简单动物来说，这点很明确：它们的行动与感觉之间的关系通常很直接。以虫子为例，虫子感觉到有食物，就会马上接近食物；感觉到有威胁，会马上离开。但是动物越复杂，它们在感觉和行动之间就要进行更多的信息处理。

人类大脑的主要任务是控制身体的活动，与大脑内产生的无数想法相比，这一任务显得不那么重要了。在我们的感觉和行为之间纠缠着纷乱的想法。在既能协调身体、又能准确地反映信息的无数可能性中选择最理想的一种，这个处理和运算的过程占了主导地位。然而，从根本上说，即使是人类的大脑，其主要的任务还是以最佳的方式控制躯体的运动。认识到这一点很重要。

运动的首要机制是本能行为，这是所有动物都具备的。本能是一种先天遗传的大脑“程序”，能将感觉输入与特定的反应联系起来。本能有利于生存，并能使动物最大限度地进行繁衍。在本能行为中，基因的作用是利用大脑储存及处理信息的能力（这些信息太复杂，不能仅仅以直接的遗传方式解决）。例如，如果我不小心碰到刚刚从烤炉中拿出来的馅饼，在我意识到发生了什么之前，我的手已经从灼热的馅饼上快速移开了。过了一会我才反应过来，意识到刚刚差点烫到自己。在高级的大脑皮层感受到热或者要做出手臂猛抽回来的反应动作之前，大脑的原始区域就已经感觉到了热并设计好反应的程序。这种反应看起来很简单、很自然，意识似乎只是一个旁观者。但是这个反射动作是一个无比复杂的由神经细胞参与的处理过程：需要知道手臂抽回来的方向，由哪些肌肉参与，强度如何等。

对固定的感觉输入产生相应的反应，这种能力很重要，但仅仅靠本能并不能让人受益多少。电视剧《辛普森一家》里有一集的内容如下。莉萨为学校举办的科学展览会准备的展品被爱捣蛋的哥哥巴特弄坏了。出于报复，莉萨决定让巴特成为她的新展品。她做了一系列的实验，测试巴特和仓鼠哪个更聪明。其中一个实验是这样的：仓鼠正准备啃一小片食物时，被轻轻地电了一下，仓鼠马上意识到不能再去碰这个食物了。巴特的情况则不同。巴特发现一个蛋糕，蛋糕连着电极，前面还有一个醒目标记："不要触碰"。巴特将标记随手一扔，伸手去拿蛋糕。他的手猛地被电了一下，缩了回来。但这只会惹恼他，他又伸手去拿蛋糕，又被电了。巴特一次次伸手，每次都被电到。我想，在现实生活中巴特活不到10岁就要夭折。巴特和仓鼠的例子清楚地表明：本能很重要，但如果没有一些最基本的学习能力，本能发挥的作用并不大。

即使是最简单的学习形式，也能发挥很大的作用。如果动物吃了有毒的食物，那么它很快就会将这种食物与其产生的结果联系起来，而且以后也会避免接触类似的东西。这种本领很了不起。动物能将事物与其效用相联系，聪明的动物还能区别效用的程度，如巧克力的味道比菠菜好。以这种复杂的方式学习，需要的脑细胞少得惊人。回到线虫（特别是秀丽隐杆线虫）的例子：这种只有1毫米长度的小虫，只有302个神经元。然而附近食物源发出任何气味，即使很淡，线虫都能闻到，并且马上向气味的方向爬去（大概以为跟随气味很快就能找到食物）。之前认为可能存在危险的刺激物，如果一再证明是无害的，那么线虫就不会再远离这个刺激物，抹去之前坚定的"信念"。线虫甚至显示出某些社会化倾向：当线虫在一个群体中时，由于某些压力，线虫会开始进食。

另一种经常作为研究对象的动物是果蝇。果蝇比线虫复杂，非常聪明，但却仅仅由20万个神经元构成。像线虫一样，果蝇也是通过简单联

系的方式学习。果蝇会睡眠，有短期记忆和长期记忆，甚至拥有类似于注意力的能力，所有这些都由罂粟籽大小的大脑控制。

学习当然是件好事，但如果被无数的事实包围着，那么该学习哪些呢？为什么要费劲去学习像“不要碰灼热的馅饼，直到馅饼冷下来再碰”这样的知识呢？为什么线虫要这么麻烦去避开有毒的食物呢？为什么不去搞清楚风使右边的树叶摆动的速度比左边的树叶快一点的原因呢？答案是：动物受一套价值体系的限制，价值体系规定了什么是好的、让人愉快的，什么是不好的、令人痛苦的。这一机制在进化过程中不断完善，规定什么有利于生存与繁衍，什么不利于生存与繁衍。

这套价值体系对任何相关的刺激物归类，归类的依据为刺激物是有利于动物发展还是使动物陷入危险，以及利益或危险有多大。简单的动物会遵照这套价值体系活动：接近有利的东西（如食物或性），远离有害的东西（如捕食性动物）。对很多动物来说，学习的速度和持久性与利益或危险的程度直接相关。例如，狗很快就能领会下面这种情况：如果主人开始朝它大声吼，那么紧接着就要挨打了。但是如果主人说“再喝点水”，需要重复多次，才能让狗明白又要喝水了。这是因为水的供应很充足，再加上口渴并不会威胁到生命。

简单的动物会区分周围环境中哪些是有利的，哪些是有害的，但它们并不知道为什么某些东西是有利的或有害的。秀丽隐杆线虫闻到有毒食物源会后退，而当它感觉到震动时会以同样的方式后退。事实上，线虫的大脑对两种情况的反应没什么区别。这时价值体系需要情感来扩充，情感解释了动物认为某些东西有利或有害的原因。原始的情感主要有三类：恐惧，厌恶和愤怒。如果我们害怕某种气味，我们会马上跑开。或者躲藏起来，但还是会对这一危险保持警惕，密切关注最细微的变动，如有必要，随时准备跑开。某种气味让我们想起恶心的食物，如

果我们以最快的速度逃离这种气味的话，会显得很傻；相反，我们会慢慢后退，然后去找其他吃的东西。所以，面对不同类型的威胁，基本的情感会使我们的行为方式更复杂，而粗略的价值体系只有好的和差的两种分类。

一些心理学家认为，我们完全可以通过身体的反应判定我们的情感状态。生气时，心跳会加快，还会紧握拳头，等等。情感促使我们行动，去改变环境，从而有利于生存和繁衍。

当然，与简单动物相比，我们人类有着大量复杂的情感类型，如妒忌、幸灾乐祸、不公平感。人类比其他哺乳动物有更为丰富的情感类型，因为我们生活在庞大、复杂、等级制度的社会，要处理各种社会及政治问题，要与不同类型的人打交道。某些情感可能会毁了我们的生活，比如执着地爱一个不可能得到的女人，或沉溺于赌博。然而，我们所有的感情都有一个明显的进化基础。大脑为我们判断环境的优劣，但由于生活太复杂，有时候大脑也会计算失误。许多复杂微妙的情感是几种相对简单的情感的综合，每种情感都有明确的进化目的。例如，妒忌是两种情感的综合产生的，一种是对某种东西（如性伴侣）极度渴望，另一种是对存在的威胁感到愤怒，这种威胁妨碍我们占有渴望得到的东西。

仔细研究我们的近亲——黑猩猩就会发现，人类与黑猩猩有很多相同的情感，而这更清楚地表明我们众多的复杂情感是有进化基础的。比如，最近的研究发现，黑猩猩也有是非感，甚至可能还有一定程度的好奇心。如果黑猩猩看到瀑布，它可能会在瀑布前做各种动作，触碰下瀑布，或长时间地盯着瀑布看。即使旁边没有其他黑猩猩，它们也会做这些动作，这就排除了下面的可能性：猩猩的头目在其他猩猩面前表现以树立自己在群体中的威信。如果碰到雷电交加的天气，所有的黑猩猩都

会跳起舞来。一些研究灵长类的动物学家认为，发生这种现象是因为黑猩猩偶尔会表现出强烈的好奇心，甚至对大自然发生的重大事件表现出敬畏之情。

广阔的内在世界

到目前为止，我并没有说除了我们人类之外，其他的任何动物具有任何形式的意识。但同时我确信，我们与黑猩猩拥有相似的情感。不仅如此，从进化的角度看，人类的情感还可以一直上溯到这一章开头描述的发生在爱丽斯、贝丝和克莱尔之间的斗争。

虽然所有的生命体都要获取关于周围环境的有用“想法”，但是另一种明显的倾向是：储存在一个层次的信息联合形成高一层次的、更为丰富的“概念”。在某些情况下，更多的层次在这些基础上建构，一层又一层，直到产生一种高效的体系。如细菌能进行基因控制，能进行基本的学习，还能相互间联合起来充分利用食物；成群的鱼聚合在一起，围成一圈，通过这种方式就能轻易避开食肉动物的攻击（而单独的鱼是无法逃离这种危险的）；不计其数的蚂蚁聚集在一起，通过传递简单的化学信号，就能进行高智商的行为。价值体系作为一种捷径，判定什么对动物有利或有害；除此之外，还产生一些简单的情感，然后在简单的情感基础上形成复杂情感；人类能进行分门别类，制订计划，使用语言，运用独特的策略调节、丰富我们的情感和动机。之所以产生这种情况，原因之一是：大自然确实是高度结构化、互相关联、具有不同的等级结构的。我们可以辨别每一个层次的复杂结构，其中一些结构井然有序，简单的数学方程式就能够对其进行透彻分析。

宇宙中的信息都包含着某种模式。科学家们试图发现这些模式，这样他们就能做出无比精确的预测。比如，一颗离地球5亿公里，需要半年时间才能被发射到太空的卫星，怎样才能如美国航空航天局（NASA）的科学家希望的那样，丝毫不差地进入围绕着火星的轨道？但是发现模式不仅仅对科学家有利。我们人类有着复杂的大脑，还有革

新的压力，我们有必要发现有用的模式，而不只是简单的事实。我们越是能够准确地反映宇宙的结构，就越能更好地控制环境和自身。科学、研究、技术领域是如此，进化也不例外。所有这些都受益于模式这一强大无比的假想测试器。对人类来说，科学研究与我们智力之间关系紧密，我们人类是第一个拥有如此不可思议的智力的生物，因为从第一个原初生命体在海洋中出现开始，进化从根本上支持准确的信息处理。

充分运用模式的不只是动物。在大自然中，模式无处不在。很多病毒的形状是圆的，因为圆形需要的遗传指令最小、最有效。花瓣以及花的种子都是对称的（数学家立刻会认出这种模式），而蜜蜂发现花瓣秩序井然，就会被吸引。虽然如此，但非动物类生物对这些规律进行编码的能力很有限。

很多动物一直在拼命地寻找模式，有时候会找错方向。伯尔赫斯·弗雷德里克·斯金纳（Burrhus Frederic Skinner）是研究简单学习形式的先驱，他与伊万·巴甫洛夫（Ivan Pavlov）的实验研究发现：间隔一定的时间给鸽子食物，在下次喂食前，如果不给鸽子任何暗示，鸽子就会做一些动作，希望通过这些动作得到可口的食物。一只鸽子会跳一种很奇怪的舞，逆时针方向旋转好几次；另一只鸽子会不断点头。鸽子似乎相信旋转的动作会产生食物。斯金纳指出鸽子的旋转行为很像人类的迷信行为，如祈雨舞、占星术信仰。我们一些非理性的信念（如宗教信仰，以及相信外星人劫持的说法）之所以很普遍，原因之一是我们坚持不懈地在信息的洪流中寻找结构和意义。

动物界迷信行为盛行，表明与迷信密切相关的一些深层次的东西对动物很有用。动物寻找有用模式的努力程度，类似于质量低劣的立体声音响的音量控制程度。音量太低听不清楚；音量适中，可以听到相当多的音乐，但是很难区分伴奏音乐；音量开到最大，听到的音乐会失真，

几乎听不到主旋律。动物似乎喜欢将“信息音乐”的音量调大，这样能够听清楚音乐的每一个细节，包括低音和伴奏，为此可以忍受音乐的吵闹和失真。充分利用机会去了解有关世界的新的、有趣的信息，强过错失增长见识的机会，尽管有时候也会产生错误想法或形成不当的行为习惯。这与基因的混乱策略很相似，基因突变、性以及跳跃的基因可能产生一些新的致命的信息，但也可能产生一些真正有用的革新。

细菌进行的革新很了不起，而人类拥有大脑这一生物计算机，能够快速存储稳定的信息以及学习新信息，我们处理信息和控制生存环境的能力比起细菌要进步很多。

我们不断追求技巧和模式获得了回报，这种回报过于丰厚，以致我们几乎注意不到自己到底掌握了多少系统知识，以及这些知识在何种程度上影响我们。我是网坛巨星罗杰·费德勒的球迷，他击球技术的精确性、力度以及击球方法的多样性经常让我震惊不已，费德勒击球动作的规律性几乎超过了人力所能为的极限。但我马上想到他也只是人，从孩提时就开始就对网球着迷，花了不计其数的时间来练习，这样才形成高水平的技术。想到这点让我多少有些安慰。要成为任何一个领域的天才人物，一个必要条件是长时间致力于自己喜爱做的事情。从我们与外界进行精神互动的角度看，我们都是费德勒式的人物，都在不断地练习。但是，在进化层面上的练习，我们花了5亿年的时间（不是几千个小时）磨炼我们的技术。

多数动物都有反复实践过的关于世界的模型，一些模型是由基因决定的，一些来自遗传，还有一些是经过后天学习和经验积累形成的。人类是一种独特的动物，尽管我们出生时形体已经齐全，但是有好几个月的时间，我们弱小无助（通常情况下要过一年我们才能够行走）。其中一个明显的原因是：如果出生时大脑就已经发育好，那么婴儿的脑袋就

要大很多，这就要求母亲有足够大的骨盆，结果会使母亲几乎无法行走。在快速、易变、简单的本能与缓慢、稳定、复杂的计划这两种选择中，人类显然会选择后者。我们的生命以无知和无助开始，但是我们具有很强的学习能力、高超的运动技巧，能准确全面地反映世界，而这些正是我们一生在做的事情。

我们可能没有费德勒矫健的击球姿态，但是我们能轻而易举地做到下面的事情：在热闹的城市转转，与朋友聊会儿天。走路和聊天时，我们的肢体和嘴巴的动作十分协调，能够熟练灵活地一次性谈很多事情，还能马上看到路上的障碍物，等等。我们能做这些事情，从进化角度看是个奇迹。经过上亿年的进化，产生了人类大脑这一强大无比的生物计算机，大脑以正确的方式历经磨炼，这样我们才能理解世界，并能行动自如。但进化只是原因之一。我们在日常生活中能够进行各种极其复杂的活动，另一个原因是由于我们进入成年后进行大量的学习活动。

在很多领域内，我们很轻易就具备了思维和运动的才能，这使最先进的机器人都显得很白痴。尽管人类对机器人进行了多年研究，但是想要发明不是为了准确完成事先设定的、重复的动作，而是能够感知、行走、理解事物意义的机器人的尝试，都遭遇到可笑的失败。

尽管我们拥有强大的大脑，并且在人工智能方面取得了很大进步，我们制造出的机器人就像是醉酒的松鼠与新生的婴孩的结合体。几乎所有我们在不自觉中顺利完成的事情，都是无比复杂的，需要进行大量细致的生物运算，虽然我们平时可能没有意识到这点。

人类的大脑是极其复杂的统计工具，在不断完善关于世界现状与未来的模型。我们觉得任何事情都很容易，但这纯属错觉。例如，我们看费德勒打网球很轻松，其实这是具有欺骗性的表面现象。当我们自己拿

起球拍模仿他的动作时，就会发现事实并非如此。我们的每一项精神活动都需要我们运用强大的预测统计，即贝叶斯推理。这种推理归结为一点，就是根据过去相关事件，调整目前和将来的模型。

大量的统计计算，以及对模式的不断探索，使我们能够准确地捕捉到世界瞬息变幻的特征，并且在众多现象中洞悉本质，从而在我们头脑中形成美丽无比的结构。因此，从某种意义上说，我们人类之所以受到很多保护，免于生物进化的残酷竞争，是因为众多的信息竞争发生在我们的精神领域。以专业的、科学的方式理解宇宙，是我们大脑活动的产物。我们已经驯服并控制了大自然，从大自然中获取足够的食物，还能保护自己免受风雨等恶劣天气的侵袭，而且医学的进步也提高了我们抵御疾病和抵抗衰老的能力。

同时，我们强大的学习能力——从信息流中发现规律性和意义，与意识以及在生活中不断累积的丰富的、深沉的经验密切相关。

第3章　冰山一角：无意识的局限性

一次失去意识的经历

多年来，每周三我都与剑桥大学研究所的同事踢足球。除了不记分，我们玩得很认真，两队一旦出现实力不均衡情况，就马上替换队员。踢完足球，就去酒吧喝一杯，这似乎比足球比赛还重要。几年前，一次比赛进行到一半，球传到我这儿，跟我抢球的是个身材特别高大、令人生畏的家伙。我想象自己采取一套复杂灵活的策略：先是从容地在这个大个子左右运球，对方其他球员也想过来抢球，但都失败了，球似乎黏在我脚上；然后我开始向球门冲刺，猛地一脚，球从侧面射进球门。这个万无一失的计划只是我的想象，现实的情况是：我刚一扭身，就很狼狈地摔倒在地。像这种情况，甚至不能判对方犯规，因为根本没有人碰到我。

我只能倒退着，笨拙地走向草坪，右膝盖发出“咔嗒”的声音，着实令人担心，可能是前十字韧带拉伤了。比赛中止了，我被送到急诊室。

几周后我的膝盖还没有复原，医生建议我做一个手术，看看膝盖里面的情况，以便治疗。第二天早上，我躺在手术室旁边的休息室里，马上要做生平第一次麻醉。很多人会感到紧张，这完全可以理解。但我却不同，我感觉自己就像一个在糖果店里的孩子（在这个语境下，孩子换成了书呆子气很重的神经科学爱好者，而糖果则是改变大脑性状的专门药物）。在做麻醉之前，我与麻醉师聊了几句，深入讨论了即将给我注射的药物的有关情况，以及这种药物会对哪些神经递质（neurotransmitters）起作用。马上要注射了，我感到既兴奋又好奇，想知道这些化学药品会在我身上产生什么样的效果。

刚开始给我注射的是肌肉松弛药，我感到天花板开始缓缓地转动。过后才注射主要的麻醉药——异丙酚。我之前看过有关异丙酚的研究资料（在迈克尔·杰克逊使用这种药物过量致死之前），对这种药物非常好奇。医生要我数数，从10开始倒数，大概数到6，我开始完全失去意识，好像死了似的。

通常情况下，如果我晚上睡得很好，这段时间我的意识好像是空白的。细想想，又并非如此。在我真正睡着之前，有5~10分钟，我的思维处于不连贯的状态，像在做白日梦，尽是些零星的想法和意象。睡着时，我会做很多梦，梦中忽然被叫醒的话，我可以复述梦的内容。即使没做梦，如果忽然醒过来，我通常也能回想起一些零星的、傻乎乎的想法。对我来说，睡眠就像是一种无声的背景，在这个背景中上演着一连串杂乱、不连贯的经历（尽管我经常忘记经历过的事情）。夜里即使睡得很沉，我还是很容易惊醒。女儿的哭声，妻子轻轻拍下我的手臂，都会让我马上醒过来。

我做了全身麻醉后，感觉房间好像在游动，觉得自己刚刚才从10开始倒数，一下子就醒过来了（其实中间的过程有60分钟），感到有些眩晕。这期间，我的脑子完全是空白的，没有感觉和意识。我听不到医生发出的任何声音，也感觉不到自己身体的伤痛。当然，全身麻醉的目的就是如此。

一些人在麻醉后恢复意识，感到十分恐慌。但是我在恢复意识后，感到像是喝醉了酒，飘飘然的。我不知道如何定义这种状态，或许称为酒精偏好。我当时马上要求在静脉注射器中添加苏格兰威士忌，目的是为了延长麻醉的效果。我可能还对一个漂亮的女护士开了一个不大合适的玩笑，幸运的是，护士估计见惯了这种情况，只是笑笑而已。令人失望的是，5分钟后，麻醉的效果逐渐消失，下午剩下的时间我只能靠吗

啡带来的快感聊以慰藉。

然而奇怪的是，那一个小时意识的空白成了我生命中最难忘的时刻之一。

在这本书中，意识与信息处理是紧密联系的。但是我不认为细菌和植物具有意识，尽管细菌和植物也具有信息处理的能力。简单的动物充其量只有最低限度的意识。但是，具有广泛意识的人类与其他生物之间的区别是什么呢？为什么在我们生活中，意识波动的幅度会这么大（比如，睡着的时候或者做了全身麻醉后，有一段时间我们的意识是空白的）？在这一章中，我会通过界定意识和无意识的不同范围来解答这些问题。

大脑的进化过程

全身麻醉是探究意识的一种有效方式，它能够很安全地抹去全部意识，等麻醉效力过去后，可以恢复意识。因此，可以通过全身麻醉的方式研究在没有意识的状态下，大脑缺失了哪些信息处理过程。

我做了全身麻醉后，处于无意识的状态，但是大脑的很多处理过程仍然正常运作。我能够呼吸，保持着正常的体温，其他的一些基本功能也都正常，而且还有很强的脑电波。为了更好地解释神经系统的意识与无意识的劳动分工，我要稍稍离题，先简单介绍一下大脑的结构。

进化产生了大量的有机体，每一种有机体都经过不断磨炼，形成适应环境的特征。虽然进化是了不起的创造者，几乎为每一种有机体提供了所需要的一切，但是在有机体的特性形成后，进化却懒于清理，不去删除那些不再需要的特性。对细菌来说，如果生存受到威胁，为了高效地运作，它们会去除那些无用的特性。但是大多数动物体内都存在多余的、过时的特性，如我们体内每个细胞都有大量无用的DNA。而且，我们能够容忍很多残余物的存在。例如，寒冷的时候，我们的毛发会竖起来，在皮肤周围产生起缓冲作用的气流，好像这样可以使我们与寒冷隔绝开来。其实不可能产生这样的效果，人类不像其他灵长类动物，我们没有足够多的毛发使这种自动反应产生效果。从某些角度看，人类大脑处理信息的过程更具创造性，而非破坏性。我们的大脑有3个进化区域（见图3），就像一个有着悠久历史的城市。以剑桥大学为例，这所大学的历史中心如今挤在康河的一个拐弯处，这一地带的土地很肥沃。这里的一个小山坡上曾建有一个城堡，是威廉一世在11世纪建造的。剑桥大学最古老的部分（包括一些古老的教堂）现在依然在这一中心地段。几个世纪以来，住宅区、学院、研究所围绕这一中心地带相继建成。在

这些相对旧一些、属于第二圈的建筑物的外围，又建造了现代住宅区、科技园区及商务区，这些新的建筑属于郊区部分。务实的人希望以现代街道、建筑取代古老建筑与中心地带的狭窄的、弯弯曲曲的道路。尽管如此，这些古老的建筑还是有作用的，为翻新这些古老建筑而花费金钱实在不划算。

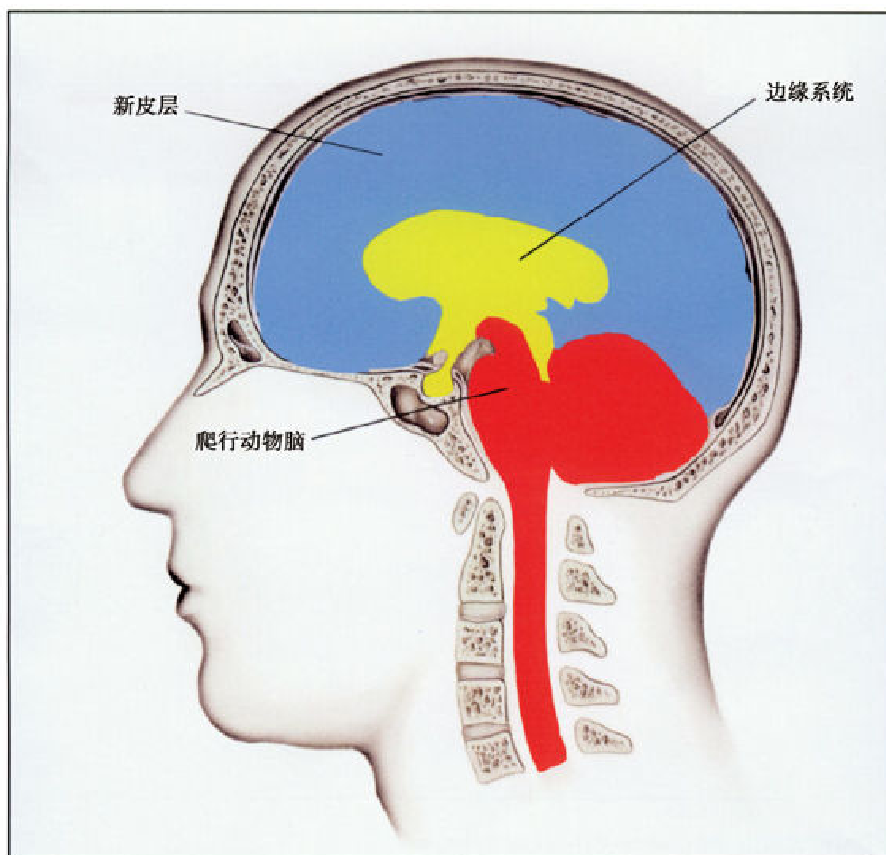


图3　人类大脑示意图。脑干部分（爬行动物脑）最原始，位于中间。边缘系统（早期哺乳动物所具有）围绕着爬行动物脑分布。新皮层（晚期哺乳动物所具有）位于最外面一层。

我们大脑像城市一样，最古老的部分处于中心部位。大脑的中心主要是脑干（brain stem），这部分又称为“爬行动物脑”（reptilian

brain），因为这是我们人类与爬行动物祖先共同拥有的唯一区域。脑干是联结大脑与躯体的通道，我们身体所有的感觉信号（如恋人轻轻抚摸脸部的感觉，针刺手臂的感觉等）都是通过脑干传给大脑的其他部分。相应地，较为复杂的大脑区域的命令（如跳探戈、踢足球）会经过脑干，传向脊髓，再传到身体的其他部分，以顺利执行运动命令。脑干还控制着其他基本功能，如呼吸和心率。

脑干是大脑的关键区域。如果因中风、肿瘤或意外导致脑干受损的话，后果会很严重，死亡的几率很高，就算还活着，也会永久地失去意识。由于所有的运动命令都要经过脑干，脑干受损还可能导致一种被称作“闭锁综合征”的病。这种病很罕见，却让人胆战心惊：病人的意识是清醒的，但却几乎全身瘫痪。

让·多米尼克·鲍比是一位“闭锁综合征”患者，他生动地描述了这种病的症状。鲍比在1995年患了中风，之前他是法国时尚杂志《她》（Elle）的主编。中风后，鲍比昏迷了20天，然后康复了——至少从精神层面来说是康复了。鲍比醒来时发现自己全身几乎无法动弹，除了眼睛可以转动，头可以稍微动一下。令人惊奇的是，仅仅靠眨动左眼和一位耐心的记录者的协助，鲍比写了一本书。记录者念出字母表上的字母，鲍比用眨眼睛的动作选择需要的字母。鲍比的著作《潜水钟与蝴蝶》（The Diving Bell and the Butterfy）是一本令人印象深刻的回忆录，在书中鲍比记录了他患病之前的生活，以及患病后精神囚牢般的生活。

围绕脑干的部分是边缘系统（limbic system），这是人类与最早的哺乳动物共同拥有的区域。这一区域可以称作本能中心，决定了我们的性取向和性嗜好。边缘系统影响饥饿和口渴的感觉，能调节体温，而边缘系统神经元有节奏地运作使我们的生物钟具有规律。另外，像愤怒、

恐惧这些原始的情绪，以及逃离危险或挺身而战的本能反应，都是由边缘系统决定的。有意思的是，我们感受到的恐惧的类型暗示着这一系统的老化程度。尽管每年车祸导致的死亡人数成千上万，但又有多少人会因此而害怕搭车呢？被蜘蛛咬伤不会致命，但还是有不少人（很可能你就是其中一个）害怕这种爬行的昆虫。这是因为几百万年前，蜘蛛对人类来说确实是一种致命的威胁，而因为进化具有惰性，没有更新这种恐惧的感觉。

在大脑的这一中间地带，有一个特殊的区域值得一提，那就是丘脑（thalamus）。丘脑是大脑的中转站，将大脑各个部位联结起来。如果丘脑的某些部分受到损伤，而其他部位完好无缺，患者也会变成植物人，几乎没有意识。丘脑是影响我们感觉的重要结构，能使信息在大脑内顺畅流通。

我们本能的恐惧没有及时更新的原因之一是，现代生活的许多方面太新了（如汽车的使用），以致自然选择还不能形成相应的反应。另一个原因与大脑的第三个区域，即大脑皮层（cortex）有关。大脑皮层最晚出现，是包裹在大脑其他部分的外壳（“大脑皮层”这个词源自拉丁语，原意是“树皮”的意思），只有高级哺乳动物才具有大脑皮层。进化不需要更新我们天生的恐惧情绪，因为我们有大脑皮层这一强大的信息处理机制。我们能够通过学习获得所需要的新的恐惧情绪，如果有必要，我们还能够压制已有的恐惧情绪。我们最为复杂、灵活的精神活动发生在大脑皮层这一区域。大脑皮层能够复制、甚至可能改变或控制大脑其他两个较为原始的区域的功能，但是同一种功能发生在大脑皮层会比发生在其他两个区域更为复杂。

大脑皮层也存在大量的冗余现象。大脑皮层由四部分（或者称为四叶）组成（见图4），大脑左右半球各有四叶，呈对称分布。枕叶（the

occipital lobes）位于大脑皮层最后部，离眼睛最远，却负责处理视觉信息。颞叶（temporal lobes）位于大脑中间底端，处理听觉信息，并具有部分语言功能（尤其是左脑）和识别物体的高级视觉功能，还有长期记忆功能——存储我们见过的脸孔的信息，经历的事情以及对意义的感知。顶叶（parietal lobes）位于大脑后部顶端，处理空间信息和触觉信息。空间信息处理体现为：表现数目，以及通过记住一个空间的多种事物进行短期记忆。顶叶还具有集中注意力、关注细节的能力。顶叶的后部负责处理复杂的思想，如智商测试。

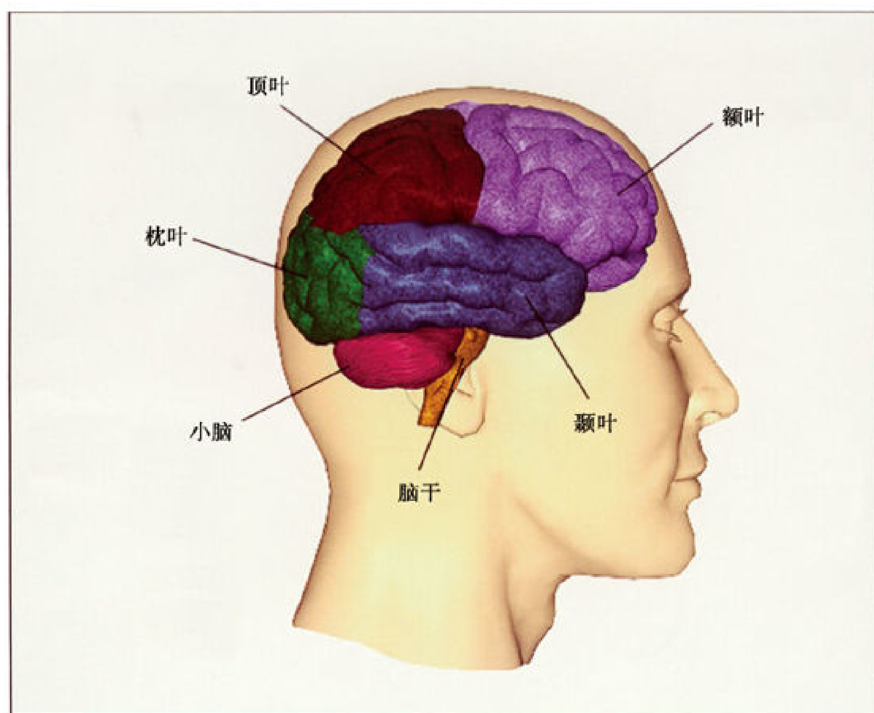


图4　人类大脑皮层的四个部分（四叶）。

额叶（the frontal lobes）与枕叶、颞叶、顶叶相比，特别不一样。额叶不参与任何感觉信息处理（尽管额叶靠近位于大脑前部下端的嗅觉中枢）。移除一个大脑半球大部分的额叶，不会造成明显的损伤（除了主要运动区所在的额叶后部之外——我们暂且忽略这一部分）。失去大

部分右半脑额叶的患者，可能还可以正常行动，感觉也没受任何影响，几乎没有丧失任何记忆。第1章里盖奇的例子表明，额叶的损伤会造成一些微妙的变化。盖奇失去额叶最前面的部分，导致性格大变。这一部分被称为眶额叶皮层（orbitofrontal cortex），是次级情感中心，对边缘系统——人类神经系统进化中第二古老的区域——较为原始的情感起补充作用。我们复杂的情感在这里被激活，如在社交场合如何应对，如何根据风险或回报的程度采取相应的行动。

额叶的其他部分负责处理我们最为抽象的思想。这一部分与智商直接相关，负责处理复杂或新奇的任务。

额叶外侧的中间部分称为外侧前额叶皮层（the lateral prefrontal cortex），与意识的关系最为密切，许多功能与后顶叶皮层（the posterior parietal cortex）相同。

这里，有几点需要说明。第一，谈到“爬行动物脑”时，我并不是暗示进化早期的动物（人类的祖先从这些动物中分化出来）太原始了，不能以复杂的方式进行学习。几亿年前人类的祖先从中脱离出来的那些动物，有充足的时间进化形成高级的神经系统。

第二点要说明的是，我们大脑的三个区域之间不是互相独立的。三个区域相互紧密联系，一起运作，共同的目的是使我们生存和繁衍。如果有必要，任何一个区域都可以负责指挥，有时候各等级之间还会产生竞争。例如，当我们发现草丛中有一条毒蛇时，边缘系统负责恐惧刺激的杏仁核（amygdala）会马上开始指挥工作。位于中间的边缘系统执行来自高级的大脑皮层发出的“赶紧逃离”的指令，同时执行脑干的指令——加快呼吸，以产生更多的能量快速逃离危险。但是过了一会儿，我们还可以根据大脑皮层的指令小心翼翼地回来，接近毒蛇。我们会压抑

来自边缘系统的信息，并刻意平缓呼吸（通过大脑皮层传给脑干的信息），这样我们就可以在一个安全的距离内仔细观察这条毒蛇了。

如果我们失去意识，“爬行动物脑”的基本功能不受影响，由此可以肯定，意识与那些基本的、对我们的生存至关重要的信息处理（如呼吸）无关。也就是说，意识可能与脑干无关。

大脑的其他两个区域——边缘系统和大脑皮层，在麻醉时处于停滞状态，也不可能产生意识。

无意识状态下神经元的同步性

大部分麻醉剂发挥效用的机制是，不断产生一种称为Y-氨基丁酸（GABA）的神经递质，抑制大脑皮层的神经元活动。在这种抑制的状态，神经元发射变得比平时更加协调，没有差别性：大脑皮层的电波以缓慢的、强烈的节奏（δ节奏）每秒钟几次在波动。

这种情况乍看起来令人感到困惑，甚至觉得自相矛盾：意识渐渐模糊，而大脑的活动却更猛烈、更有节奏。但是考虑到大脑主要的、持续的任务是信息处理，就不会对这种情况感到奇怪了。为了说明信息处理与脑电波的关联性，我要在此处稍稍离题，解释一下脑电波。

报纸上经常提到脑电波：注意力集中时的脑电波是β波，沉思时是θ波，等等。这种大脑模式究竟有什么意义呢？我们用脑电图描记器（EEG）来探测隐藏的脑电波：将一组电极连接到头皮上，每一个电极探测由上百万个神经元发出的电波。

假设神经活动是一群随意组合的游客的活动。这些游客（神经元）正在一次喧闹的航行途中，开始还互不相识，现在一些游客已经混得很熟了。经过一天的航行，他们来到海岸边的一个国家公园，分散着从不同方向攀登公园里面起伏的山坡，每个游客都与经过身旁的其他游客简短地聊几句，聊聊下面马路上发生的事故，或者地平线上的某个有趣的古代巨石圆阵。

再假设一个星期后，来了同样数量的人。但这次是一支部队，由一个军士长指挥，整个部队步调统一地前进着。一个人乘坐飞机（EEG电极）路过，远远地看到这个队伍，他觉得这些士兵很有效率，让人印象深刻，甚至会觉得这些士兵的数量比上周附近山坡上游客的数量要多

（其实不是这样）。从空中往下看，好像一列穿着卡其绿衣服的人在郊外以缓慢、稳定、有力的节奏上上下下地移动。相比之下，游客太分散，没法计算他们的人数，而且在山顶上的游客人数要比士兵少很多。

虽然士兵的队伍比游客有秩序，但是他们很无趣，也没有好奇心。除了关注前面士兵的步伐，他们不会去注意任何其他事情，如马路上发生的事情或巨石圆阵。他们实际上是一个整体。如果有人试图使这沉闷的旅行活跃一点，而与旁边的人交谈上几句，被军士长发现，就要受到严厉的训斥，交谈者也就马上不做声了。这严重限制了士兵们获取及传递关于周围环境的有用信息。

因此，无意识状态下（如全身麻醉后的状态）的神经元以整齐、缓慢、沉重的方式在运作，只能处理最低限度的大脑信息。这些神经元可能在努力传递比附近神经元更多的信息，但是由于太多的神经元在步调一致地运作，他们接收不到任何可以传递的原始信息。

只有神经系统内信息之间进行积极的转移与混合，才能产生意识。这就是我们具有意识，而细菌和植物不具备意识的一个重要因素。相比之下，细菌和植物的信息处理只是发生在蛋白质——DNA这一小范围内。

无意识状态下能学到什么

我将意识与复杂的信息处理相联系，这与全身麻醉后的无意识状态并不矛盾。在麻醉状态下，原先支持信息处理的机制不再起作用：脑电波变得缓慢而沉重，大脑皮层（大脑最晚发展的、最高级的部分）不再运作。是否能因此得出结论：在麻醉后的无意识状态下，我们不能进行任何复杂的学习？

问题是，每个患者对麻醉的反应都会不同。最糟的情况是，一些患者在手术过程中还是清醒的，会感到剧烈的痛楚。所以在做任何测试前，要先确定麻醉已经发挥效用，患者确实处于无意识状态。

确定患者处于无意识状态的主要方法是运用脑电图描记器：如果脑电波缓慢而深沉，表明大脑几乎没有任何神经活动。确定患者处于无意识状态后，我们能观察到什么结果呢？针对患者在麻醉后的学习情况进行了各种研究，结果是一致的：没有证据显示患者醒来后还能记起手术中的任何事情。如果在手术过程中，对患者念单词表上的单词，患者醒来后不会记得任何单词。在手术中反复告诉患者，当听到“侏儒怪”这个名字时，抬一下手指头。患者清醒后，实验人员给患者提示，但患者没有任何反应：既不会抬一下手指头，也不记得别人曾对他做过任何指示。

尽管如此，患者还是有可能进行一些学习，只是效果不明显。其实我们一直在学习，只是有时候不明显，因而没有意识到自己在学习。如第1章的例子，如果有人一直对你念单词“洋蓟”，念上100次，那么在这一天中，当你再次听到“洋蓟”时，你的反应比平时听到这个单词的反应要快。你念“洋蓟”这个单词的速度也会加快；在超市也会很快注意到洋

蓟；如果人家要你马上说出几样蔬菜的名称，你会马上想到洋蓟；甚至可能会在市场上买一个洋蓟。你不会意识到上述这些情况，而且这也不是你能控制的，但是确实会出现这些情况。

如果老是重复听到一个单词，那么我们的神经元是如何反应的呢？大脑中共同反映“洋蓟”的神经元，每当再次听到这个单词，就会重新被激活，调整发射该信息的阈值。下次听到这个单词或看到洋蓟时，神经元发射信息的速度会加快。就像肌肉经过运动后会变得强壮。但是，事实上远不只如此。神经元集合对“洋蓟”这个单词的反应速度加快，其实是由于一种重要的预测运算在起作用。神经元集合会这样想：洋蓟又来了，可能这个词比较重要，我们的反应速度要更快些、力度要更强些，甚至要更热切地期望洋蓟再次出现。每次我们接收到任何信息，神经元都会进行微调。

神经元不断做调整，产生一些预示信息。因此，无意识状态毫无疑问也在忙碌地进行各种运算。我们的感官知觉不能直接反映外界信息，需要经过一系列的运算步骤向意识提供可用的相关信息。我们身体的活动有一部分靠感觉的反馈，比如感觉会让我们知道，我们想要拿到的物体距离我们有多远。这些活动是在无意识的状态下顺利完成的，而我们很多低层次的经验是固有的。比如，我们一开始就知道太阳在天上，物体是有边沿的，等等。这些固有的经验是在几百万年的进化过程中形成的，非常有效。因此，我们人类以及智力较低的人类祖先能够从环境中获取危险或安全的信息，并且反应速度比掠夺者或竞争者更快。另外一些无意识的经验来自我们在婴孩时期有意识的探索，这些探索后来在我们的思想里根深蒂固，被无数有意义的信息掩盖，以致我们意识不到它们的存在。

从某种角度看，能够进行预测学习的无意识机器是很复杂的，但这

仅仅指无意识能够进行大量简单的统计运算，不是指无意识能够揭示深层次的意义。神经元的微调只对我们的理解能力起辅助作用，而大量经验在意识领域内综合作用，使我们学到有趣的、深层次的模式。

在无意识状态下，神经元能进行简单的运算，这种功能是很有限的。患者在手术后恢复意识，让他拼写出包含有"ash"（灰）的单词，结果可能是"ashcan"（垃圾桶），也可能是"ashtray"（烟灰缸）。但是，如果在患者处于无意识状态时反复对他说“烟灰缸”，那么他恢复意识后很可能给的答案就是“烟灰缸”。他根本不记得大约一个小时前他听过“烟灰缸”这个词，但是他大脑的某个部分会记住，一些神经元会识别这个词，因此他的反应会是“烟灰缸”。换句话说，他已经被“设定”好了，因而会重复这个他听到过的词。诸如此类的例子表明，至少在某个非常浅显的、无意识的层次，神经元会关注词汇。

但是一个词有很多特征，如发音、语法结构、与其他词汇的各种语言学关系以及词的意义。意义是我们大脑建构信息的第一步，因为意义的产生要求厘清在一个密集的网络中各种事物之间的关系、各种类别的等级关系，等等。从这个角度看，不仅信息处理需要意识，连信息建构都离不开意识。

患者可以被“设定”而重复听到某个单词，但是一个单词的意义是否也可以“设定”呢？如果在患者手术过程中，不断向他重复"cigarette"（烟）这个单词，等他清醒过来，再让他拼写包含"ash"的单词，他回答“烟灰缸”（ashtray）的可能性是否大于“垃圾桶”（ashcan）呢？如果真是这样，说明存在更深层次的触发机制：当神经元听到一个词时，就会激活另外的神经元，对这个词的意义进行解码。许多研究者做过这种测试，但结果显示：在深度麻醉状态下，我们不能做到这一点。

因此，当我们处于无意识状态（如全身麻醉后的状态）时，在意识的监测下，我们只能隐约听到某个词，仅此而已。稍微复杂一点的内容（如词的意义），至少需要一定层次的意识参与才能破解，而无意识是无能为力的。当然，我们有意识地进行学习的任何事情，如制订一个策略、记住一张清单、阅读一份说明书，或者是我们每天要处理的无数信息，都需要意识的参与才能完成。

无意识真的比意识优越吗

研究无意识的最佳的方法是：研究一个人在全身麻醉状态下的反应。因为在全身麻醉的情况下，尽管大脑完好无损，我们却意识不到任何事情。因此，上面提到的无意识的局限性是可信的。但是科学在不断进步，对同一问题可以采取不同的方法进行研究。实际上，通过其他方法也可以探究无意识学习。

比如，我们在清醒状态下，无意识的情况是怎样的呢？有没有这种可能性：无意识在意识的监控下获取信息，再混合各种信息，接着马上得出比我们刻意的、长时间的、有意识的慎重考虑还要高明的结论？荷兰研究者雅普·迪克特赫斯（Ap Dijksterhuis）做过一系列的实验来论证这种可能性。迪克特赫斯认为，在很多情况下，我们应该相信本能。本能反应是无意识的，而无意识缓慢的、一体化的处理方式远远优越于笨重的、有着更多局限性的意识的处理方式。

迪克特赫斯的一个实验（共有好几个类似的实验）要求志愿者根据个人喜好对4种想象中的汽车按次序排列。实验人员会提供给志愿者一系列有关车子特性的信息，每次提供一种信息。有一种车有75%令人满意的特性；另外两种车性能一般，好的性能与差的性能各占50%；还有一种车最差，只有25%令人满意的特性。实验人员依次向参与者展示4种车的所有性能，然后将参与者分为两组。一组为“有意识组”，给他们4分钟时间思考刚刚告知的车子的所有特性，然后得出最佳的排列次序。另一组为“无意识组”，给他们4分钟时间玩易位构词游戏，以分散他们的注意力。根据迪克特赫斯的说法，玩游戏的目的是为了让他们的无意识有充足的时间处理与整合车子的特性，而不受意识的限制（因为意识正忙于执行不相关的任务）。迪克特赫斯的理论设想是：意识被其

他任务分散，无意识能更好地理解复杂信息。4分钟时间到了，进入最为关键的最后一步：两组参与者开始挑选他们最喜欢的车子。

迪克特赫斯的实验结果是：如果每种车只有4项特性，一共16项特性，那么两组选择最佳的车子时表现得都不错，“有意识组”的表现略好一点。迪克特赫斯的解释是：如果选项比较少，意识能够很好地处理，因为有限的意识资源不会被适量的信息过分消耗而影响理解。但是如果提高难度，每种车有12项特性，总共48项特性，那么“有意识组”只有1/4的参与者能够正确选择最佳车子。换句话说，这个结果并不比胡乱猜测好多少。同时，“无意识组”的正确率高达60%。这个结果出人意料。由此，迪克特赫斯得出结论：做任何决策（不管是政治的、管理的或是任何其他的决策），“简单的事情要意识来完成，而复杂的事情要让无意识完成，记住这点，对个人十分有利。”[1]

然而，迪克特赫斯的结论是完全错误的。如果你仔细想想这个实验，把自己想象成参与者，就不难发现这个结论的错误之处。设想一下，在一个很小的、简易的测试房里，你刚刚坐下来，面前是一个计算机显示屏。这个环境是陌生的，你也清楚自己在做心理实验，想到这点，脉搏也加快了跳动。你会产生各种想法：这些奇怪的科学家要测试什么？真是像他们声称的那样吗，会不会骗我呢？我会不会显得很傻？我会不会有社交障碍？人家会不会认为我特别没脑子？这时有人要求你根据车子的特性，选出最令人满意的一种车，你马上告诉自己要表现出色。有人告诉你“这辆哈兹顿[2]很新”，你也觉得这车不错。但是，这车需要一段时间磨合吗？这辆车有什么特性强于其他车吗？你没有得到关于这些问题的任何指示，这让你很困惑。没有人告知你这辆车的其他特性，他们到底要我做什么呢？你决定暂时将哈兹顿排在第一位。这时候又有人告诉你：“这辆凯伊瓦的音响系统很糟糕。”于是你把凯伊瓦排在

最后，尽管你只是用立体音响来听听新闻，并不在乎音响质量好坏，但你暂时不会去管这些。要记住这些车子的48项特性太难了（实际上你只记住了10项），但是过了一会儿，你确实认为有一辆车的特性比其他车要好得多。你觉得没有必要比较所有48项特性后再做出决定，但你还是集中注意力，思考着做怎样的选择，在每一个阶段都准备修改答案。等介绍完48项特性，你已经想好了答案。现在你做了决定，正准备说出答案，但是研究人员不让你说，反而要你玩易位构词游戏，希望分散你的注意力。但是你在玩游戏过程中一直记得答案，经常提醒自己不要忘记。这样做的效果与让你思考4分钟的效果是一样的，所以玩游戏这种方法没有任何意义，因为这不能让你改变主意。其实，在了解车子特性的过程中你早就有了答案，但是你还是按照研究人员所希望的那样做，结果你得到了测试报酬或课程学分，而研究人员也感到很满意。

上述分析表明，这种类型的实验与无意识没有多少关系，明显只是意识在起作用。劳伦特·沃勒奎尔（Laurent Waroquier）和他的同事做了一个类似的实验，70%的实验对象声称在介绍汽车特性的过程中，他们运用了各种策略选择答案，而且在介绍完特性之前就已经想好了答案。也就是说，他们承认在介绍完所有特性之前，他们已经确定了结果，而后面那4分钟（不管是用来分散注意力还是用来思考）完全是多余的。作为一个探测无意识领域的实验，这个测试完全没有对准目标。

不仅如此，这种类型的实验不能通过一项重要的科学测试——可重复性测试。综合所有用这个实验设计的研究，会发现从平均值上看，“无意识组”并没占优势。其实，即使是迪克特赫斯做的一些实验，也没有发现无意识占优势的效果。另外一些研究人员（其中包括我的一个同事巴拉兹·奥采尔，我曾和他合作过一个重复性测试，但没有成功）如果说有任何发现的话，也是与迪克特赫斯的实验结果相反的：即使给参与者一

长串关于汽车特性的信息，深思熟虑的那组还是比注意力被分散的那组有优势。这可能是因为当注意力被分散时，意识被其他事情占据，更容易忘记之前汽车排列顺序的正确答案。可惜这些不同意见的论文没有在报纸上以醒目的方式刊登。但是对我来说，设计周密、以追求真理为目的的实验所具有的魅力，远远超过那些吸引媒体注意力的时髦论文，这些论文观点新颖，却无法通过可重复性测试。[3]

所以，结论很明显：仅仅是无意识参与运算的学习形式根本没有任何优越性。

[1]如今，大众文化领域大力炒作这一研究结果，全世界的报纸都刊登相关文章，有篇文章的题目为“不知道如何做决定？停止思考吧！”("Want to Make a Complicated Decision?Just Stop Thinking！")马尔科姆·格拉德威尔（Malcolm Gladwell）的著作《决断2秒间》（Blink:The Power of Thinking Without Thinking）探讨了同样的主题。在这本书中，马尔科姆认为，本能的决定优于深思熟虑。

[2]英文为Hatsdun，与后文的凯伊瓦（Kaiwa）均为作者臆造的汽车牌子。——译者注

[3]迪克特赫斯的研究立即引起媒体关注的另一个原因可能是，它让人体验到“我发现了”的激动时刻，像变魔术似的，在我们无意识的黑暗深处忽然灵光一闪。但事实真的如此吗？如果无意识真的能够产生真知灼见，那么我们需要做的就是构思一个复杂的问题，然后准备一张白纸，手握着笔，等待无意识发生作用。如果我们真的这么做了，最后纸上出现的只是一些胡乱划出来的线条，当然我们不可能通过这种方式找到任何解决问题的方法。其实，只有经过有意识的思考才能形成深刻的见解。我们需要运用策略，探究各种可能性，仔细斟酌各种因素，最后要有足够的理解力才能做出决定。有时候转移一下注意力（如出去走走，

或打个盹）确实有助于产生灵感。但这种灵感究竟是来自不受约束的无意识，还是由于大脑休息一下后能以一种新的角度思考问题呢？

在不知不觉中掌握知识

要证明无意识的力量，比上一节提到的实验更为可靠的论据是，我们完成某一项简单的任务时，在不知不觉中掌握了其中隐含的、深层次的信息。我们都知道“昨天在街上，首相开车正在经过我身旁”这个句子有语法错误，但是我们常常感觉句子有语法错误，却不是非常清楚这个句子违反了什么规则。一些实验可以证明：我们知道某一事情是否正确，却不清楚原因。这类实验一般是这样的：研究人员让实验参与者看好几串没有意义的字母，如"XMXRTVM"，然后要他们记住每一串字母（这种做法有点像在虐待他们）。让参与者看完几串字母后，告诉他们：所有的字母都是根据一套复杂的规则排列的，这些规则类似编造的语法（但不能告诉他们规则的内容）。例如，其中的一项规则可能是，如果一串字母里有R，那么这串字母会以M结尾。之后，研究人员让参与者看更多的字母串，要他们说出这些字母串是否符合排列规则。尽管参与者觉得自己大部分都是靠猜测，但结果却显示，他们回答的正确率比完全靠运气猜测要高很多。虽然正确率离100%相差很远，但是我们要花几年的时间，通过成千上万的例子才学会母语的语法规则，而这些参与者只在20分钟左右的时间里，看了几十个例子，就要懂得字母排列的规则。

这些规则到底有多复杂？最显著的例子是，通过记住音符的排列顺序，我们能在无意识中觉察到音符之间的联系（方法与上面的例子一样）；同时，我们却觉得自己是通过胡乱猜测给出答案的。这里我要再次强调，参与者的答案正确率比靠运气猜中的要高，但也没高多少，大概60%左右（2个选项中靠运气选中的几率是50%），所以这个几率距离绝对可靠的知识相差很远。

这能说明什么呢？这些例子还远远不能够证明我们可以在没有意识参与的情况下学到相对复杂的信息，同样也不能证明上一节中迪克特赫斯提出的关于无意识的范式。

为了发现字母串的组合规则，我们一开始就要集中注意力观察。如果注意力被分散，就算盯着字母看，也不会看出什么名堂，自然也就无法知道其中的规则。

而且实验前半部分，我们大多数人不只是记住字母串。由于意识具有的非凡才能，我们总是在寻找模式。在这个例子里，我们会产生这样的想法："这些字母串都是以M结尾，这种排列是不是有什么意义？"当我们试图记住字母串时，诸如此类的想法在意识中很快消失，但大脑汇总了观察到的信息，使我们有意识地了解到一点字母串排列的信息，因而给出的答案正确率高于50%。换句话说，这个实验设计连同迪克特赫斯的实验，都不能排除这样的可能性，即我们至少在某种程度上有意识地学到了一些结构信息，尽管过后忘记了之前有意识的学习过程。

当然，这种类型的实验不能证明无意识的优越性。毫无疑问，如果一开始就要求参与者寻找字母的排列规则，而不只是简单地记住字母串，那么参与者在后来选择哪些字母串符合排列规则时会做得更好。

生活中有很多这样的例子。我们会半有意识半无意识地积累一些小规则，一些零星的知识。过后，我们不是有意识地记起这些规则，最多只是感到有些熟悉。在这种情况下，由于之前的基础，我们还是能熟练地完成任务。打网球是一个很好的例子。开始我们有意识地练习正手击球，等一个个分解的动作都练熟后，击球时就不会意识到各项规则，需要注意的只是整体的动作，即正手击球。事实上，我们可能都不记得之前的学习过程了，但这不会影响我们打球。因此，任何复杂的学习形式

都需要意识的参与，但是在掌握了一种知识或技能后，只需自动执行就可以了；在下次执行这种任务时，意识的参与反而会碍事。

当然，如果某种信息集合的结构特别复杂，或者有很多等级，为了发现信息隐含的模式，就需要意识高度集中。研究表明，无意识无法处理大多数的逻辑运算，不能进行因果推导，无法识别几乎所有的序列。除了靠机械背诵记住的数学运算（如乘法表），其他任何数学运算，无意识都无能为力。无意识还不能掌握各种社会文化知识，而我们要想在社会上获得成功，则必须掌握这些知识。

那么，有什么任务，无意识可以做得远胜于意识呢？一些实验试图证明无意识的优越性，结果令人失望：我们在探究模式的过程中，只有在刻意越界的情况下，才能得到无意识优越性的结果。就像鸽子会有迷信行为（定期给鸽子喂食，下次进食前，如果不给鸽子任何暗示，鸽子就会跳一种舞蹈，希望以此获得食物），人类也一样有迷信思想。但是人类的迷信行为更独特，不仅包括类似占星术的信仰，而且存在于实验过程中，只是方式更为正规而已。

设想你坐在电脑显示器前，显示器上过一会儿就有亮光闪动一下，要你预测亮光出现在左边或是右边。在正式预测前，你可以进行多次试验。试验的结果是：10次中有8次亮光出现在显示器右边，只是没有固定的次序。那么，预测的最佳策略是什么呢？如果你充分理解了亮光出现的模式，在预测时每次都选择右边，就可以得80分。像老鼠这样的动物的做法就是如此，这些动物在实验中做出正确的行为，可以得到食物作为奖励。但是大部分人不会这么做。有时候我们人类聪明过头了，反而不是什么好事。当我们完成一项任务后，总是想要发现隐藏在这项任务中的模式，探寻杂乱无章的表象下隐藏的信息。首先，关于亮光闪动的模式，我们会有不少复杂的想法。为了测试这些想法是否正确，我们

就要丢掉好些分数，因为我们的大部分想法是错误的。其次，当我们大致清楚亮光出现在右边的几率是80%的时候，我们就决定做第二次猜测，10次中有8次我们会选择右边，但有2次选择左边。这样就使得平均正确率降到68%，因为我们的选择是错误的几率有1/5。最后，比我们低等的老鼠完成这项任务的成功率比我们高出12%。如果由外侧前额叶皮层受损的患者来完成这项任务，初步证据表明，这些患者并不会有奇怪的、错误的想法。相反，他们的正确率跟老鼠一样高。所以，外侧前额叶皮层很可能与意识密切相关。

从很多方面来看，证明无意识优越性的实验都具有欺骗性，因为研究者能够很容易地向参加实验的志愿者说明统计资料和各种可能性，然后鼓励志愿者们改变行为方式，告诉他们只有这样才能在实验中有最佳的表现，才能使他们的意识赶上无意识。

对我来说，这些实验凸显了关键的一点：这些站不住脚的论点恰恰是意识的试金石。尽管这些错误的观点源于我们认知系统的失误，但这些观点同时反映了我们可以发现的不同模式的数量，让我们知道自己可以在多大程度上理解世界。鸽子希望通过旋转得到食物，这一行为体现了最低程度的意识；而人类对占星术的信仰则体现了意识的本质形式：其他动物不可能会有像占星术那样惊人的、非理性的信仰，而且我们简单的无意识无法产生如此复杂、想象力丰富的错误想法。像占星术这样的迷信行为，以及精神分裂症这样更为极端的例子，可能是我们要付出的代价：为我们拥有的独特的意识，对智慧的渴望，以及所具备的探寻深奥模式的不可思议的能力而付出的代价。同时，我们的意识、渴望及能力又极大地促进了科技的发展。

无意识掌控大局

我们已经得出结论：无意识就像是派对上的傻瓜。也许有些实验看起来好像是无意识占优势，但这不能排除意识在实验初期的积极参与作用，即从一系列的数据中找到意义。如果情况不是这样，那么无意识表面上的优越性很可能来源于意识偶尔过于活跃形成的一种特殊模式，而这种暂时的小差错是没有创造力的无意识无法做到的。

越来越多的证据表明，无意识只能处理相对简单的、几乎不具备任何结构的信息。相应地，意识处理复杂的信息（尤其是具有多层次意义或深层模式的信息）的作用也得到强化。我们思考任何复杂的事情，都需要将注意力集中到正确的方向，并且识别与这件事相关的各种特性。

但是，我们是通过有意识学习还是通过无意识学习，与到底是意识还是无意识决定我们的选择，是两个不同的问题。到底是哪一种支配了我们的决定，意识还是无意识？

一些早期的著名实验试图弄清楚这个问题，考查我们的决定是否轻易地受潜意识信息的支配。市场调查员詹姆斯·维卡里于1957年做了一个简单的实验，使得这一领域受到广泛关注，而维卡里本人也因这个实验受到诸多牵连。实验情形如下：在电影播放过程中，插入简单的画面，让观众选择“吃爆米花”还是“喝可口可乐”（这些画面一闪而过，速度太快了，以致几乎注意不到）。一部电影中这样的画面每5秒钟出现1次。维卡里是在新泽西州利堡的一家电影院做这个实验的，实验持续了6周的时间，总共有45 699名观众看过插入的画面。据维卡里称，这些插入的信息使爆米花的销售量提高了57.7%，可口可乐的销售量提高了18.1%。一年后，中央情报局（CIA）发布了一个报告，描述了情报局

是如何利用这一实验结果的。很快地，在传播媒介中插入信息在美国被认为是不合法的。同时，大众文化中形成一种普遍的观点，认为我们会在很大程度上受到一闪而过的信息的影响。不幸的是，维卡里没有正式发表这个实验成果，而在5年后，他公开承认实验数据是他编造的！事实上，没有证据表明潜意识信息可以影响我们的行为，尽管不少人试图重做维卡里的实验。[1]

但是，从某些角度看，维卡里在不知不觉中选择了正确的方向。其实，不需要科学论证我们就明白，自己的决定很少是理想的、有见识的。如果我们能绝对客观地做决定（如同我们代表一个完全陌生的人慎重考虑，做某个决定），那么我们会选择深思熟虑的、有建设性的意见，而不会选择欠考虑的、毁灭性的意见。我们不会吃得过多，会适当地做运动，不会被愤怒控制，会思考、分析各种可能性，避免冲动之下做出错误决定。我们会根据科学分析做出决定，而不是靠直觉，甚至是固执的、教条的猜想来做决定。我们会对自己的决定抱有一定怀疑，而不是轻率地相信一个完全不理想的建议。不幸的是，即使是最聪明的人都不能达到这样理想的境界。为什么我们这么不擅长做决定呢？

主要的原因在于，我们生命的轨迹（从琐碎的事到重大的事，无一例外）很大程度上是由进化决定的。我们无法逃脱生物学遗传，这种遗传是经过几百万年演变而被设定好了的，目的是为了让我们生存下去。我们吃得过多，是因为自然界通常缺少食物，一旦食物供应充足，将食物“囤积”起来的欲望会变得很强烈。即使我们的生命没有受到任何威胁，我们还是感到巨大的压力，那是因为我们是在一个危险的世界中为生存努力奋斗。我们总想出人头地，提高自己的社会地位，原因之一是为了获取更多资源，同时也是为了找到性伴侣。性对成年人来说是一个主要驱动力，毕竟，我们进化的“目的”在基因信息中遗传了下来（很可

能，我们会犯影响自己一生的错误，如找错了结婚对象或婚外恋，等等）。通常我们会感到这些决定不是自己能控制的，我们只是在冲动下做的，好像自己只是消极地、被动地做决定。我们甚至会强烈质疑自己的决定，但又感到无能为力；有时候我们会以愚蠢的、事后的辩解取代质疑，让我们不安的心灵获得一些慰藉。

科学实验令人不满意的结果加深了这样的印象：我们的决定是由无意识控制的，往往产生一些让人不安的结果。

在读本科时，我知道很多有趣的实验，其中一个实验看似很平常，方法也很简单，但却让我印象深刻，甚至有些让人不安，因为它对研究人类心理与自由意志具有普遍的意义。实验过程如下：让参加实验的志愿者做一个动作——靠墙站立，不能扶着椅子，大腿和小腿要成一条直线。做这个动作很容易，但坚持1~2分钟，即使是身体很强壮的人都会感到肌肉酸痛。然后告诉志愿者，他做这个动作是在为一位亲戚赚钱，保持这个姿势的时间越长，赚到的钱就越多。其实报酬很少，20秒钟30美分，但志愿者还是努力为亲戚多赚点钱。我们与自己的子女、父母、兄弟姐妹共有的基因特性是1/2，与（外）祖父母、姑姑、阿姨、叔叔、舅舅、外甥、外甥女、侄子、侄女共有的基因特性是1/4，与堂兄妹、表兄妹共有的基因特性是1/8。参加实验的志愿者来自各个文化阶层，包括男性与女性，而他们所有人的行为都是一致的：他们保持站立姿势的时间与要为之筹钱的那位亲戚与自己血缘上的亲密程度成正比。他们为自己保持站立姿势的时间最长，接下去是兄弟姐妹、外甥（女）及侄子侄女等，最短的是为（表）堂兄妹。志愿者并没有意识到他们是按照这一模式行为的，只是在无意识中判断自己与亲戚在血缘上的亲密程度，然后以此为依据，决定为他们分别忍受多少时间以获取相应报酬。

无数类似的实验都表明，无意识和非理性在很大程度上左右了我们的选择。诺贝尔经济学奖获得者、以色列心理学家丹尼尔·卡尼曼（Daniel Kahneman）清楚地知道，在表象之下，有很多复杂的、互相竞争的因素，这些因素相互作用形成了最终的决定。卡尼曼是个犹太人，7岁时他待在纳粹占领的法国。一次他与一个基督教男孩出去玩，忘了时间，过了犹太人的宵禁时间（晚上6点）。他把汗衫反过来穿，隐藏衣服上象征犹太人身份的大卫王之星，然后飞快地步行回家。这时他看到一个士兵迎面走来，这不是普通的士兵，他穿着令人生畏的纳粹党卫队的黑色制服（党卫队参与了臭名昭著的大屠杀）。这个纳粹士兵盯着丹尼尔看，丹尼尔加快脚步，想快速从他身边经过，但是没有成功。党卫队士兵示意丹尼尔过去，但他没有像对待其他违背宵禁令的犹太人那样对丹尼尔，反而充满感情地与他打招呼，抱住他，热情地用德语对他说话，全然没有注意到印在丹尼尔汗衫里面明显的犹太人标志。他给丹尼尔看放在钱包里的儿子的照片，最后反讽的是，他还给了丹尼尔一点钱，让他在路上花。小时候经历的这一事件使卡尼曼长大后选择研究心理学，探索我们做各种选择的原因。

几十年后，卡尼曼成了著名的心理学家。卡尼曼与他的长期合作者阿莫斯·特沃斯基（Amos Tversky）合作写了一篇经典的、证据确凿的综合性论文。文中概述了令我们日常生活中的想法和决定带有偏见的各种原因，揭示了以下现象：我们平常做的决定是轻率的、任意的，却是有规律可循的。例如，问参加实验的志愿者："非洲国家在联合国中的百分比是多少？"然后转动幸运之轮，转轮最后停在1~100的任一数字上。转轮本身对实验结果没有任何影响，它只是为志愿者提供数字而已。如果转轮停在10上，那么志愿者答案的中间值是25%；如果转轮停在65上，答案中间值是45%。无意识引导我们做的选择是随机的，但无意识却明显影响我们做出猜测。

所有这些表明，意识的作用是进行重大革新，揭示深层的模式，但在做决定时只是起辅助作用，而不是起支配作用。从生物学上来说，人类的目的是为了生存和繁衍，无意识为这个目标尽一切努力，而意识是协助无意识达到目标的高级助手。

[1]美国中央情报局和美国政府的行为是根据下意识反应来做决定的典型例子。他们强调，我们做选择时要经过仔细斟酌，尽可能建立在科学数据的基础上，如经过同行评议的出版物，其数据要经得起各种实验的检验。

我们有选择的自由吗

上一节的观点让人觉得前景黯淡，但另外一些研究让人更为不安。其中一项研究认为我们做所有的决定都必然是无意识的，尽管我们自己认为做某些决定是有意识的。

20世纪80年代早期，本杰明·里贝特（Benjamin Libet）十分清楚地表达了上述观点，这让心理学家和哲学家烦恼不安。本杰明的实验如下。要求实验参与者在做脑电图扫描时自发地抬起一个手指头，任何时候都可以，然后准确地说出他们决定做这个动作的时间。由于讲话也是一种动作，参与者说“现在”的时刻并不是他做出决定的时间，因为说“现在”这个动作有一个初始过程，当参与者说“现在”的时候要迟于他做决定的时间（可能延迟了1/3秒）。里贝特想了一个巧妙的方法，使得参与者可以准确说出做决定的时间：让参与者看一个特殊的时钟，这个时钟和普通的钟一样标有数字，但只有一个快速转动的指针。当参与者做决定时，记住离指针最近的数字。当抬起手指的动作结束后，再说出他们记住的数字。

利用这个特殊的时钟，里贝特可以知道参与者做“抬起指头”这个有意识的决定发生的时间。里贝特发现，在抬起手指之前1/5秒参与者已经做出了决定。这并不奇怪。但是脑电图却显示了完全不同的结果：在参与者决定要做抬起手指的动作前1/3秒，与这一动作相关的大脑活动已经开始活跃并逐渐增强（有时候大脑活动甚至在1秒之前就开始活跃）。

这是不是意味着我们最简单、最乏味的选择也是由无意识决定的，我们仅仅是旁观者，只是自己相信有控制权，因为大脑让我们产生这样

的想法？很多科学家和哲学家都试图反驳这个令人不快的结论。而实验的发起者里贝特声称，我们仍然有自由的意志，因为我们会有意识地否决自己的选择。不幸的是，越来越多的证据表明，甚至连否决也是源于无意识。

另一个为自由意志辩护的哲学家是丹尼尔·丹尼特（Daniel Dennett），他认为当我们过于准确地衡量一件事情时，就会出现差错。例如，如果将剑桥大学的位置精确地定位在国王学院前门上的王冠石像上，那将会很可笑（尽管这是这所庄严的大学的中心位置）。事实上，剑桥大学由坐落于剑桥镇的上百所学院、系所、行政楼构成。

同样的道理，丹尼特指出，在里贝特做的实验中，意识的作用之所以受到质疑是由于时间差（可能是1/2秒的时间差），然而像里贝特那样认为意识有一个精确的时间坐标的想法是不可行的。丹尼特的想法从某些方面看有其合理性：意识的产生需要大脑各个区域大量的合作，毫无疑问是个复杂甚至有点笨重的过程。所以认为意识的时间尺度是模糊的想法很有道理。

最近由斯坦尼斯拉夫·尼古罗夫（Stanislav Nikolov）与他的同事提出的计算模式为丹尼特的论点提供了一个很好的注脚。根据这种计算模式，大脑能在神经元的随机运作之外辨识重要的神经活动。尼古罗夫的模式理论认为，大脑活动从最基本的随机运作逐渐升级，此时来判定决定产生的时间只会得到相反的结果。由于大脑的运作处于一种吵闹的、半混乱的状态，因而神经活动也是起落不定的。大脑需要做的是对其活动进行可靠、谨慎的统计测试，只有当大脑各部分的活动都很活跃，明显超出随机运作的状态之后所做的决定才是可信任的。而这个时刻要晚于大脑活动逐渐升级的过程。也就是说，大脑可能经常把混乱的吵闹误认作有重要意义的活动。

打个比方，在19世纪初期的一次战争中，由你负责看管一艘军舰的瞭望台，任务是当有敌舰接近时发出警报。一种做法是：当海平面上出现任何波动时，你都会很兴奋，马上向船长汇报有敌人来了。但是，大多数的结果是：在传达了可怕的警报后，你才发现原来远处出现的只是一只鸟，或是一只海豚，或者只是一个高高卷起的浪花，又或者是你的眼睛进了颗灰尘而看花眼了。由于你的警报，船上全体成员一天内要进入100次战备状态，而当敌人的军舰真正来临时，船员已经精疲力竭、无法作战了。相反，你可以采取另外一种做法。在紧紧守住瞭望台的同时，制定一项标准：只有当你很确定有敌舰出现时才向船长汇报。按照这种做法，敌舰真正来临时你只是少了几秒钟的准备时间，但是船员进入备战状态的次数只要一次，就是在敌舰真的出现的时候，这样就可节省许多集体的力量。

同样的道理应用到里贝特的实验，我们就会发现，一个人决定做抬起手指头的动作，明显是在大脑无意识地选择做这个动作之后发生的。根据尼古罗夫的计算模式，只有在大脑活动升级达到一定程度时，大脑才能确定已经做出决定，而这个时刻很可能就是参与者说自己决定要做这个动作的时刻。换句话说，根本没有无意识做决定这回事，只是在神经活动达到足够激烈的程度，才能说一个决定真正产生了。

最近由约翰·迪伦·海恩斯（John-Dylan Haynes）和他的同事做的一个功能性磁共振成像实验表明，前额叶皮层的前段的活动能够区分我们在实验过程中选择抬起左手指还是右手指。这一发现已经够让人激动了，但是更为惊奇的是，这种活动是在大脑做出有意识的决定之前的10秒钟就已经开始了。

然而，我们也可以反驳海恩斯的实验：在这10秒钟内，大脑活动逐渐升级与大脑神经元的随机波动难以区分，也可能只是随机波动的延

续，因而不能确定大脑在这时做出了决定。显然，要厘清这个问题，还需要做更深入的研究。但是那种认为我们做的每一个决定都是无意识事先设定好的观点，确实值得重新考虑。

有很多情况都表明，意识在我们做决定时起了关键作用，尤其是从全部的决定来看，而不只是关注那些简单的、任意的选择。重要的区别在于我们做的决定是习惯性的选择还是新的选择。那些习惯性的、重复的决定看起来是不自觉的、无意识的，但是在最初的时候，也是经过有意识的思考才形成的，只是我们已经忘了这个思考的过程（就像我们记不清楚当初是如何学习网球的正手反击，但现在仍能熟练做这个动作）。比如，我很少思考早餐吃什么，一般就那么几种选择，因为在过去某段时刻我确实仔细考虑过这个问题，并试验过几次，然后才选择几种健康的、自己喜欢的样式。就我个人而言，如果某些习惯在一开始的时候是根据直觉任意选择的，我会担心这种习惯是否健康，然后重新做选择。

但是如果是新的决定呢？运用意识来决定什么时候抬起手指头是种资源的浪费，但是如果是决定要攻读何种学位，选择何种职业呢？那就需要花几个小时来思考这些问题。如果把这些思考写入日记，就会更加清楚地看到意识在思考过程中的作用：分析各种符合逻辑的理由，衡量利弊，等等。无意识无法进行这些具有结构性的、高级的思考，因此在做这些重要的复杂决定时，意识起了不可忽视的作用。

奔向自由意志

虽然里贝特的实验是典型的驳斥自由意志的心理学实验，但他的实验只适用于简单的决定，而且实验结论的可靠性也要大打折扣。因为要在一片无序的喧闹中探测神经活动，需要谨慎地使用统计方法，而里贝特的方法过于简单。

抛开这些争论不谈，我认为自由意志很简单。如果我们不需要大脑这台机器与外界产生互动就能进行自由选择，那么我们就不能说自己具有自由意志。我们的大脑就是一台机器，我们怎么能够离开大脑而进行选择呢？如果有人认为机器是没有自由意志的，我们人类也是没有自由意志的，那么就没有争论的必要了。

然而，我们低估了处于危险情境下神经机器的能力。我们的大脑极其复杂，有600万亿个神经联结。大脑这台机器很特殊，是一个无比强大的信息处理装置，存有关于世界的无限丰富的内在模式，还能精确地复制过去经历的事件。这些神奇的特性让我们产生幻觉，以为离开外部世界、甚至离开神经系统的羁绊，我们也能做出决定。例如，假设由于命运的捉弄，我失去了所有感觉，要靠药物维系生命，通过管子进食和呼吸。我不能收到任何外界信息，但我可能还能意识清醒地活上好几年。在这期间，我可以在脑海里构思古怪的小说，谱写乐曲，或者构想某些关于政治和哲学的天真的理论。我的内在世界发生了什么很难准确预测，但是我可以创造性地利用与外界失去联系之前积累起来的各种知识。没有任何人造机器能够进行这些无法预测的活动，而我们人类与外界失去联系后还能进行这些活动。

我并不是说，大脑的复杂性使得自由意志成为可能。相反，我只是

强调那种幻觉令人信服的一个原因。几乎没有什么可以动摇我们根深蒂固的关于自由意志的幻觉，那么我们就接受这一思路，只是需要重新定义自由意志，将它限定在一个范围之内，即正常情况下做的有意识的、理性的决定。比如，精神分裂症患者所具有的自由意志比正常人大为减弱，因为他不能做有意识的、理性的决定，而做这样的决定在正常人看来是理所当然的。

然而，即使在这一层面上，对自由意志的怀疑在很多情况下对很多人是有益的：我们开始可能会认为是那些人犯了错误，其实是他们的意志受到限制。日常生活中我们有很大部分的决定都具有无意识的倾向，无意识促使我们做出自私的、目光短浅的决定。而且，随着神经科学的发展，我们逐渐认识到以前我们将其归类为“性格问题”的思维模式和行为其实是种精神疾病，有其基因和神经生理学的根源。[1]

不幸的是，我们人类会做一些毁灭性的事情，部分原因是我们大脑中某些意识的成分过于活跃，这些成分富于革新精神，积极地争取达成非理性的无意识目标。同时，意识的分析能力让我们有可能克服这些缺陷，意识能分析选择的后果（尽管很多决定很少有意识参与）。问题的关键在于，要由意识来控制我们的选择。

一种简单的策略是经常运用我们的意识：如果我们的任何一种选择都是经过深思熟虑而做出的，那么我们的生活会得到很大程度的改善。如果我们信任成熟的意识，就可以充分利用大脑高效的运算功能，能够明确我们的目标，避开固有的偏见，然后做出明智的决定。

为了达到这个目的，一种办法是掌握与意识相关的心理学及神经学知识，从而更好地了解意识的范围及局限性。这一章探讨的是意识与无意识的区别，接下去两章我会解释关于意识的心理学及神经生理学知

识。

[1]一种较为极端的观点是，没有人具备任何自由意志，因为我们仅仅是机器。这种观点推导出的结论是，我们要原谅或者完全接受我们每个人所做的任何事情，如同我们要接受任何自然现象一样。这种观点可能不现实，但如果认同这种观点，却能使我们远离愤怒、偏狭与仇恨。

第4章　关注模式：意识的内容

出神的危险性

在我构思写作的时候，偶尔会出去溜达一圈，这会给我带来灵感。为了写这一章，我在仲夏时节悠闲地漫步到拜伦潭。拜伦潭位于我在剑桥南部的住所与格兰切斯特村的中间，以著名诗人拜伦爵士的名字命名。据说拜伦在附近上大学时，经常来这个风景如画的地方游泳。拜伦潭是个幽静的游泳场所，一直受到学生和学者的喜爱，其中包括弗吉尼娅·伍尔芙（Virginia Woolf）和路德维希·维特根斯坦（Ludwig Wittgenstein）。

蜿蜒的乡村小路上，拜伦潭的指示牌很醒目，而且这不是我第一次去拜伦潭。我知道，大概走15分钟就要转弯。但是，30分钟后，我发现自己站在格兰切斯特村中间的绿人酒吧门口，十几分钟前我错过了路牌。事实上，我几乎不记得一路上看到的景物：没有注意到甜瓜农庄（这个名字总是引起我想吃一个甜瓜的欲望）；也没有注意到横跨在宽广的、泛着涟漪的康河上的康桥，康河边围绕着树木和动物石像；我甚至对格兰切斯特果园也没有印象。虽然有那么一会儿，我的思路被一辆车的喇叭声打断过，但几秒钟后我的思绪又回到正在思考的意识心理学的问题。一路上我一直在思考这一章的框架结构，将几个相关联的内容依次拼凑起来。

我想，没有关系，回去的路上我会看到指示牌的，至少在15分钟后还是能到拜伦潭游玩一下。但是，我过于自信了。起身往回走了30分钟后，我发现自己回到了剑桥住所附近。我竟然两次错过拜伦潭的指示牌。但是这一章已经构思好了，因此我并没有快快不乐，只是感到有点

发窘。

当我专注于思考某件事时，我会对周围的事物视而不见，这不是第一次了。事实上，我会完全沉浸在自己的世界里，而忽视其他任何事情，即使是明明白白出现在我眼前的事物，我也注意不到。这种情况让我烦恼不安。在高速公路上或是热闹的城市里开车时，我很容易就会全神贯注地开始回忆，或者产生一系列的想法，而开车要注意的事项，如认路、转动方向盘、踩踏板等，全部从我的意识里消失了。我脑子里想的是某一次奇怪的讨论，或者我将要写的章节的措词，或者一个新的实验方案。然而在思考的同时，我会根据周围车子的情况减慢速度或加快速度，也会根据红绿灯的指示开车或停车，但这些动作是在没有意识的监督下做的。事实上，我也可能边开车边听收音机新闻，或者听一本有声读物，但对我来说，这些嘈杂声只是从这耳朵进那耳朵出，没有留下深刻印象。

如果要为自己辩解的话，我会说这种出神的状态并不危险。只要发生任何突发事件（比如一辆车突然停在我的车子前面），我会马上回过神来，观察周围的情况，立刻决定该如何做，然后顺利地处理出现的状况。

这种心不在焉的状态并不只是发生在我身上。事实上，有些人情况比我还严重，很容易就沉浸在自己的世界里。我知道的最糟糕的一个情况发生在诺伯特·维纳（Norbert Wiener）身上，这件事我是从数学家伊恩·斯图尔特（Ian Stewart）那里听说的。维纳是控制论的先驱，同时也是很有才华的数学家，他经常沉浸在工作中而忘了生活中一些很重要的事情。一次刚搬了新家，妻子很了解他，认真地将新地址写在纸条上交给他，并请他务必保管好纸条，不要到时候找不到了。“别傻了，我怎么会忘记这么重要的东西呢？”维纳边说边把纸条放进口袋。但是过了一会

儿，维纳就全神贯注地思考专业问题，匆忙间顺手拿到一张纸条（刚好是写有新地址的那张纸条），然后快速地在纸条上写满各种方程式。后来发现他的新想法有个严重的漏洞，他就厌恶地把纸条扔了。

一天结束了，等到要回家时，维纳依稀记得有个新的地址，但是写着地址的纸条被扔了，已经找不到了。唯一的办法是回到旧住址，然后尴尬地向邻居打听，看有没有人知道他的新住址。当维纳到了旧住址的时候，看到一个年轻的女孩站在附近，他走向前询问。

“对不起，你是否知道维纳一家搬到……”

“爸爸，没事了，妈妈让我来接你。”

注意汇集原始数据以建构经验

论述到此，我们已经知道，意识是一个物质的、以大脑为基础的处理过程，可通过科学方法有效地研究意识。进化的核心是信息处理与“想法”的管理，而我们人类大脑是经过精心设计的生物计算机，它所具备的高级信息处理形式使意识的产生成为可能。但不是所有物种都具备意识，人类也不是每时每刻都具有意识。对具有意识的物种来说，一些低层次的信息处理和习惯性的行为由无意识执行。意识只处理那些重要、复杂、具有某种结构类型的数据。

这一章与下一章继续探讨与意识相关的各种复杂形式以及信息处理类型，同时考察注意如何汇集我们从外界获取的原始数据，并将其中一部分数据转变为经验，从而赋予生命以意义。这一章我重点探讨意识心理学，下一章讨论大脑如何产生经验。

我在上一节提到的心不在焉的例子说明，注意与意识密切相关。我关注的事情一定是我意识到的事，而在我注意范围之外的事，就算被处理，也是由无意识处理。

在解释注意错综复杂的心理特征以及注意与意识的关系之前，我想问一个问题，注意的作用是什么？

注意要处理的是几乎所有的计算机都要面对的问题，即基本的数据处理问题。植物和细菌的信息处理系统很简单，只是接收来自感觉的少量信息，而它们也只是具备最基本的信息处理能力，基本上会尽量处理接收到的所有信息。但是，一些复杂的系统接收的信息量很大，系统无法处理每一个信息。这时就需要有一个决定机制，在大量的信息中选择哪些信息需要做进一步分析，哪些信息最好不要理会。这种数据过滤与

数据提炼的机制就是注意。

这种信息输入与分析在我们的大脑内进行，大脑皮层能进行深层次的分析，因此需要注意进行大量的过滤及提炼。注意在过滤的过程中太集中，以致我会傻乎乎地走30分钟而完全忽视周围的环境。

人类的眼睛有大约1亿个光感受器，每个光感受器在1秒钟能获取10个视觉信息，因此，我们的眼睛在每秒钟能接收到10亿个信息。除了视觉，大脑还接收来自其他感觉的信息。所以，在我们清醒的每一刻，大脑都在筛选不计其数的数据。在动物界，像人类大脑那样接收大量数据的现象并不罕见，很多哺乳动物的感觉和我们一样灵敏。但是，人类的优势在于分析能力：相对于大脑的其他部分，大脑的神经系统相当丰富，具有各种功能，能进行各类数据处理。这使我们具有无限的学习能力。我们日常生活的经验以及科技成果都证明，深入的分析能力能带给我们丰厚的回报。

如果我们有无限的能量用来处理数字，如果我们的大脑可以飞快地进行计算，那就不会有任何问题了：我们可以充分分析每一个数据，不会错过任何机会或遭遇任何威胁。但事实不是如此，处理信息需要时间，而大脑耗掉了我们体内大部分的能量资源。[1]所以，我们必须果断地过滤掉一些信息，而且对进入最高信息处理层次的数据非常挑剔。

问题的关键是，我们如何知道哪些信息具有生物学重要性。假设一个地方有很多食物，但旁边有一条毒蛇。一个动物朝食物的方向走去，忽然它的注意集中在毒蛇身上，不再关注其他东西。它马上意识到危险，然后逃走了，这可能使它免于一死。但是，如果当时的情况是：毒蛇是死的，而这个动物快饿死了，周围又没有其他食物，结果会如何？在这种情况下，如果这个动物能进行深入分析，发现毒蛇不是威胁（通

过嗅觉，而特别聪明的动物会小心翼翼地用手指或棍子戳一下蛇），那么它可能会因此救了自己一命：不再逃跑，而是去享用放在这个地点的食物。

这个例子说明，由各种情感信号与本能信号引导的注意系统很重要，这个系统能自动快速地观察到当前的威胁。在没有威胁的情况下，注意会集中在其他生理需求上，如食物、生育、社会地位等。如果能够更深入地了解情况，就可以通过更好的方式满足上述这些生理需求。

从广义上来说，为了达到最优化的目的，应该提供多种选择，因此，几乎所有的信息都可能很重要。如果大脑有足够的资源，为什么不进行广泛的信息考察呢？因此，我们不止关注局部的表面现象（如死了的蛇），也关注抽象的现象（如星球运动，使农作物生长的因素，一本书的构思）。虽然从表面上看，这些抽象的现象几乎与我们的生存无关，但我们还是会继续关注它们，以防出现下面情况：只要我们发现隐藏在这些现象里的些许智慧，经过深入分析就会发现它们对我们有帮助。毕竟，好奇的天性偶尔会让我们撞大运——我们取得的科技成果证明了这点，由于这些成果，我们基本的生存需求很轻易就可以得到满足。

[1]虽然人类大脑的重量只占体重的2%，但是婴儿的大脑消耗了体内总能量的87%（这个数据很惊人）；5岁孩子的大脑消耗了近1/2的总能量；即使是成年人的大脑，至少也要消耗1/4的总能量。对成年人来说，如果一天用脑量很大（如要准备考试），消耗的能量还要急剧上升。事实上，一些生物学家认为，人类大脑的能量需求及复杂性已经到了一个生命体所能承受的极限，如果还要在大脑内填充更多的神经元联结，那么势必会造成神经元更加微型化，这样的话，所有的大脑信号将会变得杂乱无章，从而使人类大脑这一已知宇宙中最为聪明的器官变成

最蠢笨的器官。

视而不见的现象

这一章开头提到的那次让人尴尬的错过路牌的散步经历，让我体会到：注意是通往意识的门户，离开注意，就意识不到周围任何事物。这种感觉在心理学实验中一再得到证明。

有关这方面的第一个实验是变化盲视（change blindness）实验，这也是研究注意和意识现象的最重要、最引人注目的一个实验，揭示了关于注意和意识的几乎所有的关键特性（见图5中的例子）。实验最初由罗纳德·伦辛克（Ronald Rensink）和他的同事完成，过程如下。让实验参与者看电脑屏幕上先后出现的两张很相似的图片（两张图片只有一处不同），中间的间隔时间只有80毫秒，以空白屏幕做间隔。几年前我在一次学术研讨会上做过这个实验，当时让我们看的是两张停在飞机场的军用飞机的图片。两张图片交替出现了很多次后，我坚信实验人员弄错了，因为两张图片根本就是一样的。演讲者鲍勃·德西蒙（Bob Desimone）是神经科学领域研究注意的先锋人物，他还告诉我们，一个人找到两张图片不同点的速度与他的智商成正比（幸好，事实并非如此）。我与其他参与者花了很长时间（可能是30秒）才发现，其中一张图片里的飞机没有引擎。我首先会猜测什么是图片中重要的东西，我的注意受到猜测的左右，集中在感兴趣的特性上，如表明飞机所属国家的国别标志，图片前景中站在飞机口以及从飞机上走下来的士兵，等等。我从没想到过引擎会有什么问题，因为我根本不会想到一架停在跑道上的飞机会没有引擎。我不可能同时注意到很多细节，因此一开始我没看出两张图片的区别。这种看不到显著区别的现象很常见，说明我们的注意和意识的范围很有限。

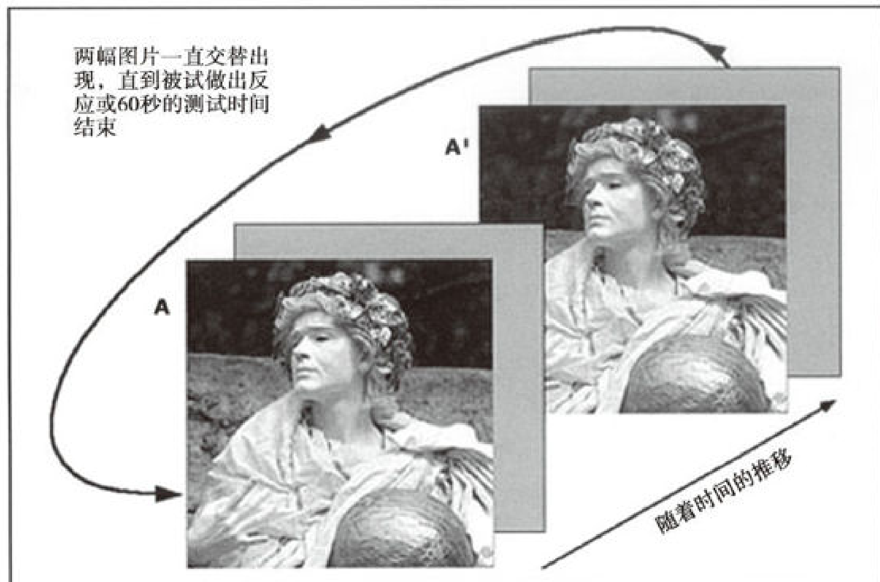


图5　变化盲视的例子。两幅图片交替出现，中间以空白灰色屏幕做间隔，直到被试发现两幅图片明显的、却让人意想不到的区别。

变化盲视现象在现实生活也很常见。丹尼尔·西蒙斯（Daniel Simons）与丹尼尔·莱文（Daniel Levin）的实验结果让人吃惊。实验经过如下。在大学校园内，一个实验人员拿着一张地图在问路。被问的人（被试）对这个实验毫不知情，他们专注地看地图，试图找到一条最佳路线。这时，另外两个实验人员快速地将一扇门隔在问路者与被试中间，然后将问路者换成另外一个人。这个人也拿着一张相同的地图，继续向被试问路，好像没发生任何事情似的。不可思议的是，尽管这个人与最初问路的人在长相、声音、穿着各方面都不同，但是只有少于半数的被试注意到问路的人换了。[1]被试过于专注地思考空间距离，试图为问路者找到一条最佳路线，以致没有注意到问路者换成了另一个人。如果没有投入足够的注意，被试就注意不到问路者的变化。从某种角度看，这个实验进一步印证了出神现象。我就老是会走神，如想去拜伦潭却两次错过；而维纳在为其他事情分神时，连自己女儿都认不出来。

当注意集中到别的事情上时，我们不仅注意不到变化，甚至连一些很反常的现象都注意不到。另一个著名的注意实验由丹尼尔·西蒙斯与克里斯托弗·查布里斯（Christopher Chabris）设计，称为非注意盲视（inattentional blindness）实验。实验过程如下。让被试观看一段打篮球的视频，要求他们统计球员传球的次数。在某个时刻，一个打扮成大猩猩的人会慢慢走过篮球队队员中间，“大猩猩”走到球场中间的时候，甚至停了下来，对着镜头很滑稽地拍打自己的胸脯，这个过程持续了5秒钟。[2]让人惊奇的是，只有44%的被试注意到了“大猩猩”。出现这个结果，同样是因为被试专注于其他事情——记住传球的次数，以致没有注意到伪装的“大猩猩”。这种意识的黑洞被职业扒手和魔术师利用，他们通过操纵我们的意识，使我们注意不到他们玩把戏的窍门。

所有这些例子都表明，我们所注意到的内容就是我们所意识到的内容。能够进入我们的感觉范围的刺激物很多，与之相比，意识的范围很窄。我们真正能够意识到的只是小部分内容，这使我们看不出一个场景中的显著变化，注意不到发生在我们眼前的突发事件。但是，这种现象的另一个结果：使我们更深入地了解事物的某些特性，从而更出色地完成与这些特性相关的复杂任务。

[1]如果想了解这个实验的具体情况，请登录www.psych.ubc.ca/~rensink/fkucjer/diwnload/；想获取视频资料，请登录http://youtu.be/FWSxSQsspiQ。

[2]如果要观看这个实验的视频，请登录http://youtu.be/vJG698U2Mvo。

一个更明亮、更富生气的世界

上一节的实验已经证明，为了使意识专注于接收到的小部分信息，注意要进行大规模的过滤。关于注意的第二个特性——提升信息处理的功能，是否有实验依据？

假设我在一个拥挤的火车站找我的妻子。我知道她穿一件红色毛衣，头发是黑色的。我扫视人群，寻找黑头发、穿红色毛衣的人，如果发现这样的人，我再看那人的长相。在这个过程中，我几乎听不到周围的吵闹声，只想到红衣服与黑头发。我的所有思绪都被红色占据，在那个时刻，其他颜色在我看来仅具有与红色做对比的辅助作用。

实验证明，这种定向的、受控制的注意能够提高信息处理能力和我们对事物某些特性的认识。注意会引导我们看感兴趣的物体，使视觉区域的中心——视网膜中央凹集中到物体上。视网膜中央凹聚集了大量的光感受器，比周边视觉（peripheral vision）更灵敏。所以，仅仅通过转动眼球，将注意集中到一个物体上，我们就能接收到丰富的视觉信息；相比较而言，如果我们不是直视一个物体，接收到的信息要少很多。动物看一件物体时，会盯着瞧，汇集更多的信息以仔细分析这个物体，这样才能更高效地处理收集到的信息。

但是，不需要为了高效地处理信息而盯着这个物体看。下面的实验证明了这一点。实验人员要求被试一直盯着电脑屏幕中间的一个小圆点。在半数测试中，电脑屏幕的4个角落里会不规则地出现另外一个小圆点，出现的时间很短暂；而在其他测试里，屏幕角落里不会出现小圆点。实验的规则规定：角落里出现圆点，是向被试发出警告，在这个地点将会出现一个很难被察觉到的、只有微弱信号的物体。这个实验的目

的就是让被试注意到那些信号微弱的物体。当角落里真的出现小圆点时，被试的周边视觉会注意到圆点。虽然被试按实验人员的要求，一直盯着屏幕中间的小圆点，但是他还是会注意到4个角落，留意是否有难以觉察的物体出现。如果被试预先注意到一个角落，那么对这个角落的情况会看得更清楚。当这个角落出现信号微弱的物体，被试会很快察觉到这个物体（而在通常情况下，是不会注意到的）。

不仅如此，有证据表明，由于注意具有强化能力，我们确实能够感觉到某些事物的颜色比往常更明亮。如果你注意某一个地方，在这个地方即将出现一个物体，那么等物体出现时，你看到的物体的颜色要比你没有事先集中注意看到的明亮很多。

所以说，注意确实能提升意识。注意使我们有意识地看一些信号微弱的事物，离开注意，我们察觉不到这些事物。而且，注意确实使物体的颜色看起来更明亮。

思维的原子

注意如何对接收到的信号进行过滤和提炼，然后将输出信息转变成意识？尽管这一章主要探讨意识心理学，但是考察大脑处理信息的过程将有助于我们深入了解精神世界。注意无疑属于考察的内容之一。

关于注意在大脑内如何运作的问题，一些重要细节还有待研究。但是一种普遍认同的观点是：注意的产生是神经元之间相互竞争的结果。这种情况与生物界的自然选择很相似，只是这场适者生存战争的赢家和输家不是有机体，甚至不是神经元，因为没有神经元会在这场斗争中死亡。相反，斗争在高于神经元的层面进行，是信息源之间争夺有限的注意资源的斗争。

为了详细说明这场激烈的神经元竞争，首先要了解神经元如何相互作用进行信息处理。

记者们往往会迫不及待地报道："科学家已经发现，某种功能是受大脑某一区域控制的。"根据功能划分大脑各区域固然有其合理性，方便我们研究大脑如何思考，如何产生某种意识。但是，如果将大脑的思维机制看作与邮票收集相类似，那就大错特错了。给大脑各区域贴上标签不足以解释我们的思维过程。

1961年，加利福尼亚理工学院邀请著名理论物理学家理查德·费曼（Richard Feynman）讲授物理学入门课程。这有点出人意料，因为费曼当时并不是特别出名。但是，加利福尼亚理工学院的物理学课程太落伍了，而费曼的讲课技巧很高明，所以理工学院做这样的决定也很自然。结果，费曼的物理学课程很成功，他还出了一本很受欢迎的教科书《费曼物理学教程》（The Feynman Lectures on Physics）。第一次上

课，教室挤满了学生，费曼看着这些面带稚气的大学生，说了下面一番话：

假设突然发生一场大灾难，所有的科学知识都被毁灭，只有一个句子可以传给后代，什么样的句子能够以最少的词汇表达最多的信息呢？我认为是原子假说（atomic hypothesis）：所有的物质都是由原子构成，原子是一种永恒运动着的微小粒子，原子之间隔开一点距离会互相吸引，挤在一起又会互相排斥。你会发现，这个句子没有运用多少想象力，包含的信息量却极大。

神经元在神经科学领域的地位相当于原子在物理学中的地位。假设我们将在一场大灾难中消亡，要传给后代的一句话，以神经科学的话语来说可能是：所有意识和无意识都是神经元集合的电活动，神经元是进行信息处理的大脑细胞，每个神经元与其他神经元有几千个输入和输出联结，因此，每个神经元会影响其他神经元的活动，同时，每个神经元的活动也会受到其他神经元的影响。

一个单独的神经元，在我们人体的生物计算机网络中只是一个节点。围绕神经元的胞体有很多分支（树突），每一个分支都有一个突触，可以接收来自与其相连接的另一个神经元的信息。神经元还有一条长长的尾巴（轴突），轴突末端有很多具有输出功能的突触（多达几千个），可将一个信号发送给很多别的神经元。神经元发送的信号是标准电压下的简单电信号，基本上采用二进制编码，以0和1表示。几乎所有神经元都采用二进制编码。还有一点很重要：不同神经元之间的突触一般不直接接触。一个神经元发射时，释放出一种称为神经递质的化学信号，这些化学信号在其他神经元突触之间传播并被接收。大脑内有多种不同类型的化学信号，一些抑制神经元活动，另一些则加强神经元活动。

我以第1章电子邮件的类比为基础，做进一步阐述，解释神经系统的某些特性。假设我是一个大型联合企业的经理，该企业被列入《财富》世界500强。作为最前沿的一家公司，我们不再使用电话，而是通过电子邮件联系。由于这一“明智”的决定，我几乎要被电子邮件淹没了。我不可能回复每一个人的邮件。所以，我制定了一项规则：只有当同一个主题的邮件超过100封（尽管每封邮件的主题都是“发送”，或者编码1，但是暂且忽略这点），我才将这个信息传递给地址簿上的每一个人。碰巧，我收到来自同一个人的很多邮件，这个人叫N.Uron。我发现自己经常给他写信。很奇怪，我们忙碌和空闲的时间恰好一致。因此，有必要将这个员工的电子邮件置于其他人的电子邮件之上，他的一封邮件的等级相当于其他10个人写的同一主题的邮件。这样的话，我收到某个主题的邮件，如果他也是其中的一个发送者，那么不需要达到100封邮件我就会将这个主题信息发出去。

有时候，我发现自己工作效率特别低。如果必须晚上工作，我会感到很累、很生气，我被困在办公室里了。在这些情况下，我会忽略收到的一半数量的邮件。所以，同一主题的邮件超过200封时，我才会发送一条信息。到了午夜，所有的员工都精疲力竭、情绪低落，也不再有集体自豪感。每个人都变得很安静，一条信息发出去后似乎都没有回应。而到早上喝咖啡的休息时间过后20分钟，我们所有人都忙碌起来，要求做些事情。这个时候，我收到50封相同主题的邮件就会发送一条信息。由于每个人都在忙碌，公司内快速地传递着很多的信息。

这个类比旨在说明，神经元的工作是有弹性的。一个神经元只有在收到其他神经元发出的信号达到一定数量时，它才会发射信号。但是这个数量在短期内可增长，也可缩短，取决于神经元之间传递的化学信号的类型（在上面的类比中，夜晚的劳累与早上喝咖啡后精神焕发形成对

比）。一般来说，这些化学信号无分别地被发送给大量神经元。如果两个神经元相互之间进行频繁的发射，就会加强这两个神经元之间的联结，在今后它们很可能会一起发射（就如同上面类比中的“我”与N.Uron的频繁通信）。神经科学有一句流行语形容这种现象：“一起发射的神经元联结在一起。”这句名言被称为“赫布定律”，以唐纳德·赫布（Donald Olding Hebb）的名字命名（赫布是计算学习理论的先驱，研究神经元网络如何影响学习）。这种有着相似行为的神经元之间轻松地进行信息传送的现象，被认为是学习和记忆的主要的微观机制。

如果我们知道单词“正方形”对应的是视觉看到的正方形的形状，那么表现正方形的视觉神经元就会和表现正方形的听觉神经元成为通信朋友，他们互相给予对方的电子邮件优先处理权，换句话说，表现正方形的视觉神经元加强了与表现正方形的听觉神经元之间的联结。这种方式可以提高这两类神经元的灵敏性，使它们相互间更容易激活对方。

我上大学一年级时，凭直觉认为大脑内的一个或数个神经元负责辨认出我奶奶的脸孔，另外一些神经元负责辨认出一把锤子，等等。我天真地认为，大脑就像一组巨大无比的文件柜，其中一个文件柜里整齐地摆放着我熟悉的建筑物的记忆，另一个文件柜里则按字母顺序排列了我读过的小说。

后来我明白，信息实际上散布在神经元网络中；在由上百万个神经元组成的巨大网络里，神经元通过互相联结产生的力量进行编码；神经元的活动不是固定在某个地点的。刚知道这些的时候，我感到很震惊。从某种角度看，这是最难接受的神经科学概念，但是进化的结果就是这样，不可能是别的样子。这种与其他神经元建立联结的神经元学习系统，刚开始规模较小，慢慢地增大规模。那种认为大脑像一个个文件柜的想法是神创造的，不是进化的结果。线虫的神经元网络非常小，由

302个神经元组成，线虫的生命周期只有几周时间，它在这点时间内只能学到一点东西。而我们人类有850亿个神经元，在我们几十年的生命里可以学到很多东西，但我们内在的神经元机制还要用来处理信息（线虫的神经递质释放的很多化学信号与人类相同）。

这个看起来简单的神经系统却有着不可思议的灵活性。就像地球上所有生命体的DNA语言都是相同的，大脑内神经元的二进制编码也是相同的。这使大脑各区域之间可以轻易地进行信息交换，同时也解释了下面这些现象：改变了视觉通路的雪貂，只要它的眼睛接收到信息，它的听觉皮层就能够看到东西；而盲人的视觉皮层可以轻易地处理盲文信息。

激烈的神经元战争

我们清醒的时候，大脑850亿个神经元处于半混乱的活动状态，每时每刻都在进行一种临时的自然选择。此时，注意在选择意识的内容。相互竞争的神经元同盟都希望自己的声音是最响亮的，从而被选中。那些具有强有力的声音的神经元能动员其他神经元支持自己的想法，同时抑制持不同意见的神经元的活动，直到几百万个神经元一起用同一种声音表达一种强烈的想法，如在人群中寻找黑头发恋人的想法。每次产生一个新想法，这个想法都要经过拥挤的、充满尖叫声的神经元部落之间的激烈战斗，才能成为思想中占统治地位的一个派系。

为了说明注意如何在神经层面使意识成形，这里再次用电子邮件的类比。假设我是一家大公司的经理，在安全部门工作，负责确保不让某些东西靠近公司办公大楼。安全部门的每个主管各负责一种颜色（人类大脑内有一个处理颜色的视觉区域，称为V4，这个皮层的神经元针对特定颜色发送强烈信号）。我负责的是黄色。在办公楼后面的职位较低的男孩（初级视皮层，是大脑皮层中接收眼睛看到的信息的第一站）给我发了一封电子邮件，说他们发现街上出现归我负责的黄色。收到几封这样的邮件，我兴奋地在座位上上蹿下跳。我想告诉每个人，周围出现了我负责的颜色。我马上开始发送邮件，在每个句子后面都加上感叹号。我隔壁小房间里的家伙负责黑色。如果我们两个人同时疯狂地发邮件，说我们负责的颜色就在附近，那么安全部门里比我高一层的主管就会走过来，只要有一两封邮件是我和负责黑色的同事一起发的，就要闹翻天了。如果这个主管从几封邮件中得知，外面有个东西穿着黑黄两色外套，他就会向他认识的每个人（他认识的人里面有些是高层领导）发送具有优先处理权的邮件[回到视觉信息的处理，位于颞叶的颞下皮层

（inferotemporal cortex）的一些神经元通过与其他神经元的联结，能够将一些特性结合起来，甚至能将几种特定的对象结合起来。在这个例子中，人们发现了一只黄蜂，而大家都对黄蜂过敏]。

大家很少会听我的言论，而负责黄色和黑色的安全部门经理发送邮件，告诉别人他的发现，其他人总是听他的。整座大楼里的每个人接到邮件就马上开始传递这个信息，没有任何质疑。由于邮件主题都集中在这件事上，所有的监控摄像机都忙着寻找这个间谍——黄蜂，每个人都在谈论该如何对付这个敌人，外面的警卫做好准备，一旦黄蜂闯进来，就马上赶走它。很快，整幢大楼里的人都知道有个穿着黄黑两色相间的衣服的间谍在附近。我办公室里不是负责黄色或黑色的同事基本上都去休息了，因为他们知道这个时候没有人理会他们发出的邮件。而我和负责黑色的同事此时就变得很重要。我们向上一级主管报告有关间谍的最近消息，我们的邮件具有优先处理权——第一时间被阅读，并且通常会根据邮件内容而采取一些行动。

负责黑黄两色的主管，在我们大脑内对应的是由几千个甚至几百万个神经元组成的集合。上面这个例子说明了注意在大脑内产生的过程。这个过程的一个重要特性是：信息传到大脑皮层，经过过滤与组合，揭示出这个信息内在的、丰富的意义。

我们的感觉首先进行过滤的工作。视觉信息进入大脑皮层，任何有优势的数据信息经过过滤被选中。信息中任何一个简单的特征都会激活一组负责一两种基本特性的神经元，这些神经元将相对原始的信息传递给较为复杂的神经元。复杂的神经元不只处理一种特性，而是某些特性的组合，甚至是整个物体。

每个神经元被不同的感觉输入激活，都发出最响亮的声音，希望别

人知道它收到的信息。但是如果一些基本特性的组合与大家熟知的危险有关，就会引起大脑一系列的行动，而发现危险信息的神经元就会比其他神经元具有优先权。

这个获胜的信号能动员所有相关区域内的神经元。如果你惧怕黄蜂，那么你会把任何长得有点像黄蜂，并且发出嗡嗡声的东西误认作是黄蜂。比如，你会将一只马蝇误认作黄蜂，甚至有时候将电冰箱发出的声音认作是黄蜂发出的声音。这是因为，负责辨认黄蜂特征的那些神经元过于活跃，发现任何一点蛛丝马迹就认为与黄蜂有关。这样一来，就会产生许多错误的报告。但是，如果黄蜂真的出现了，相关神经元就会快速被激活，进行合作，辨认出危险并避开危险。同时，不是负责对这个危险进行编码的神经元会压制自己的活动，免得碍事。

换句话说，大脑内负责处理不同信息的神经元之间总是存在竞争。那些与当前信息关联性最强的神经元在活动中会得到帮助，具备有利条件，它们的影响很快传到大脑内其他区域，很多区域以各自的方式处理这个信息，使这种影响力不断扩大并且增强。当前信息在这个阶段的竞争中获胜，而其他负责处理竞争的信息的神经元不能广泛地传递数据，它们的活动被那些负责处理相关信息的神经元的活动抑制了。这场战争的获胜者是个暴君，抑制了任何不同意见者的活动。但是只有通过这种方式，我们才能集中注意，全神贯注地高效率地应对任何危险。

这种各个想法相互竞争、胜者通吃的系统貌似很简单，但是这个系统产生了无比灵活的机制，使大部分大脑皮层行动一致，完成当前任务，不管这项任务是避开被黄蜂螫一下的威胁，还是构思写作这样复杂的事情。大脑皮层能够以特定的方式，联合那些被激活的或被抑制的神经元同盟，反映当前任务的感觉、记忆、认知以及运动特性。

意识的形成

注意争夺战要进行到哪个阶段才能形成意识呢？根据里贝特的自由意志实验以及尼古罗夫关于神经元何时做决定的计算模式，在神经元做决定的初始阶段和注意争夺战的开始阶段，意识还没有产生。相反，神经元的活动很可能在战斗即将获胜时才变得有意识地进行。在那个时刻，大脑皮层的活动进行到白热化的程度，与当前任务相关的所有特性都结合在一起，所有不相关的信息都停止传递。

产生的结果是：当我们发现黄蜂时，不只是看到黄色或黑色的条纹，或黄蜂的一对翅膀，也不只是听到黄蜂发出的嗡嗡声。相反，意识是各种处理过程相互合作产生的结果。我们马上会知道一只黄蜂飞过来了，我们的视觉与听觉感受到的黄蜂是一个整体。我们看到黄蜂，马上会想应该躲到哪里，或者该用什么办法将它赶到窗外。那个时候，我们的意识里除了黄蜂，几乎没有其他东西。

将一些基本信息结合起来以产生更有意义的信息，这一过程对学习和意识来说都很重要，也是人类经验的决定性特征之一。我们成年后，有几十年的时间进行密集型的学习，我们会发现不计其数的各种特性结合的现象，我们眼中的世界丰富多彩、层次分明。为了最有效地学习，我们有很多引导注意的策略。我们让注意在附近漫步，收集周围任何感兴趣的信息，将收集到的信息与我们已有的知识做比较，同时丰富我们的内在精神世界。

我们的注意系统受到具有生物学重要性的外在对象的控制，这种现象在动物界很常见，大部分动物的精神世界比我们人类要简单很多。但是如果你处理信息的能力更强，你的内在世界更丰富的话，那么经过仔

细分析，你会发现自己有更多的选择，不仅仅是注意到迫在眉睫的明显的威胁，或是注意到满足生理需求的食物信息。

我们的注意系统在没有受到任何外在威胁的情况下，是如何在无数的可能性中做选择的呢？一方面，意识和复杂的思想以多种方式约束我们的选择。我们会理性地分析每个重要选择是否合理，然后在即将到来的神经元战争中倾向某一边。当然，我们并不只是靠本能进行注意过滤。我们可以产生任何形式的神经滤波器（neuronal filter），使注意获得极大提升，关注内部或外部世界的某个特性，而压制对其他特性的关注。通过这种方式，选择关注的事物，或者说选择意识到的事物。

另一方面，尽管我们在选择关注的事物时有所偏好，但是不管是看起来自愿的内部选择，还是受外部因素驱动而做的选择，神经元基本的竞争机制都是一样的。在互相竞争的很多声音中，只能选择一种，通常这种选择与盛气凌人的无意识欲望相对抗。只有一种声音胜出，这种声音号召大脑皮层其他相关的神经元共同完成一项任务，而压制那些与自己意见相左的神经元的活动。

我们可以将突现论（emergentism）应用到神经元之间的斗争。按照突现论的说法，简单的、低级的物体相互作用产生高级的想法。对意识来说，无数神经元互相作用，形成两种结果。一种是积极的结果——快速增强神经元活动，一种是消极的结果——快速抑制神经元活动。这两种对立的结果在神经元层面互相作用，激活大脑皮层的活动，使信息处理和意识更灵活、更全面、更有效。[1]

[1]这种情况适用于大多数（如果不是全部的话）突现论的例子（如蚂蚁的集体智慧，宏观经济学），积极和消极的结果在低层次相互作用，从而在高一层次产生更准确、更合适的解决办法。

对情感价值的过高评价

这一章到目前为止，讨论了注意如何成为意识的一个关键成分。注意是一种过滤和提炼机制，接收所有的感觉输入（包括一些不相关的感觉信息），然后将其转化成有限的、精炼的信息输出（只包含与当前目标有紧密关联性的事项）。我们意识到的就是这种信息输出，关于这点我将在这一章余下部分详细讨论。首先，我要分析意识的两种特殊形式：情感与自我意识。

如果低估情感在我们具有意识的生活里的作用，就未免显得小气了。情感给我们的思想和行为带来的影响是深刻的。很多人会说，生动的情感赋予我们的生活真实的色彩和意义。我并不想否认这些。但是，一些理论家将情感看作意识的主要进化动力和意识的主要内容。对这种观点，我有足够的理由反对。

例如，生活中很多时候，虽然我们有清醒的意识，但是我们并没有感觉到任何特别的情感。

然而，如果我们一辈子都生活在这种没有情感的灰色状态，将会是怎样一种情况呢？我们有意识吗？安东尼奥·达马西奥（Antonio Damasio）在其著作《笛卡尔的错误》（Descartes' Error）中描述了一个叫艾略特的患者。从很多方面来看，艾略特都是现代版的菲尼亚斯·盖奇。艾略特由于眶额叶皮层受伤，精神状态发生急剧的变化——不能够感受到任何情感。但是他的意识几乎没有受到什么损伤，虽然他的社交行为和盖奇一样反常。只有在大脑损伤严重影响注意的情况下，意识才会受到损害，这点我将在下一章讨论。

同时，强烈的情感会给意识带来不良的影响。例如，一些人在公众

场合讲话会很紧张，说话结结巴巴，或者忘记要讲的内容。他们的意识一片空白，好像除了紧张，他们意识不到任何其他事情。紧张程度升级，变成恐惧。恐惧本来是一种可以挽救我们生命的情感，但却经常带来致命的后果，因为恐惧使意识减弱，从而影响智力。例如，一些乘客在飞机失事时被困在了座位上，因为他们不停地用按的方式去解安全带，就像按汽车上的按钮，而实际上只要解开飞机安全带的金属扣就行了。这是由于他们被吓坏了，连最简单的分析都不会了。

意识的层次

自我意识是与意识密切相关的一个论题。一些理论家声称，只有在我们意识到自我的时候，才能说是真正具有意识；我们对自我的感觉是意识最重要的成分。这些科学家还认为，意识的产生与使自我变得更复杂的进化压力有很大关联。

自我意识这个术语让人费解，它至少有三种不同的意思。首先，一种较为朴实的定义是，自我意识只是一种状态，在这种状态里，一种动物意识到自己与周围其他有生命及无生命的物体是不同的，而且这种动物根据这个基本的想法进行思维与行动。从某种意义上说，所有的生物都必须会做这种概念区分（这种区分能力与意识无关），这样的话，一种生物如果恰好具有意识，就会自动拥有这种自我意识。这点对我们来说，好像不值一提。这说明，我们将自己与宇宙中其他东西明确区分开来，而这种区分在我们思想中已经根深蒂固了。根据这种定义，自我意识不是意识的必要成分；相反，具有遗传特性的、有意识的动物只是碰巧具有自我意识。

实际上，连体双胞胎塔蒂亚娜和克丽丝塔就可以拥有不属于她们自己的意识经验，这初步证明意识与自我意识并不是总是连在一起的。在某些特殊的情况下，我们偶尔可以感受到某些经验，但是这些经验不属于我们。

一些精神病案例也暗示意识与自我意识可以分开。例如，某些患有多重人格障碍的病人认为他们的很多经验属于其他人格。一个病人曾说：“乔伊很快乐、很顽皮，当我沮丧的时候，她就变成我。有时候这会让我开心，但有时候只是乔伊自己开心，我还是很烦恼。”这里患者说的

是让自己心情变好的方法，她让自己的另一个身份来感受她的经验。

多重人格障碍是一种具有争议的病症，有一种说法，认为这些患者编造了另外的人格，目的是为了保护自己、免受过去创伤的影响。争议较少的一种类似病症是精神分裂症。精神分裂症的标志之一是确信自己头脑里的想法不是自己的。换句话说，很多精神分裂症患者相信，他们的某些经验至少有部分是属于别人的。

虽然这些证据都是间接的，但至少说明经验和自我意识不是那么密不可分，重申了一种可能性：经验和自我意识表面上看起来不可分离，可能只是出于偶然。

但是，很多人以一种更为抽象的方式使用“自我意识”这个术语。其中一种观点认为，自我意识指意识到自己这个人（有着特定身体、面孔、人格面具等）。对这种形式的自我意识进行测试的主要方法，是看能否认出镜子中的自己。但这个定义引出了一个重要问题：自我意识究竟是意识产生的原因，还是仅仅是意识的一个结果？

对动物来说，认出镜子中的自己是一种很强的本领，需要很高的智慧。动物平时遇到的都是其他动物，因此它很自然地会认为镜子中出现的也是其他动物。动物要明白镜子里的影像就是它自己，需要知道以下几点：镜子里的那个动物摸上去很不一样，又冷又硬；镜子里的动物闻起来没有气味；镜子中的房间和它自己的房间一模一样；每次它做一个动作，镜子里的动物也做一模一样的动作；这个世界上没有其他动物能这么快地模仿它的动作。

实际上，实验情况还要复杂。为了证明动物确实认出自己在镜中的影像，这个动物除了知道上述几点以外，还需要完成一项任务：通常会在动物头部的某个位置用彩色染料涂上一个圆点（圆点的位置要选在动

物正常情况下看不到，但在镜子里很容易就能看到的地方，通常是在额头上）。研究者获得自我意识的证据的条件是：动物不仅要认出镜子中自己的影像，还要知道这个圆点是后来涂上去的，原本脸上没有这个圆点，最后它会去摸脸上的圆点。

作为一个热爱自己专业的认知神经科学家，我在女儿出生后不久，多次让她做镜像自我识别实验，还时常鼓励她在镜子前面玩。开始我以为她能认出镜子中的自己。例如，有几个月的时间，她对其他婴孩保持警惕心，却不怕镜子里的映像，会兴奋地接近镜中的映像。但这证明不了什么。在她将近14个月大时，我在给她做的测试中获得可靠证据：她对着镜子，试图擦去额头上的彩色圆点。她的这个动作不够熟练，由此可见，在镜像自我识别实验中，利用镜子中的视觉反馈（而不是利用动觉或直接的视觉）来识别自我，比起任何其他复杂的要求都更不自然，也更有难度。

当然，作为一个勤勉的科学家，为了得到准确的结果，我多次重复这个测验。在刚开始的几次测试中，我女儿注意到了脸上的变化，因为她看着圆点笑了，但并没有马上擦去圆点（她还可能有点喜欢）。在开始几次测试中，我要哄她将脸上的圆点擦去，她才会照做。但是在后面的测试中，不需要我提醒，她会主动对着镜子擦掉圆点，似乎这是一个好玩的游戏。这说明，动物由于很多因素不能通过镜像自我识别实验，即使它完全有能力可以通过测试。

因此，要证明认出镜子中的自己，需要符合很多复杂的条件。只有具备相当高的智力水平、高层次的意识、正确引导的动机，才能通过测试。从这个意义上讲，自我意识很可能是强大的智力与丰富的意识的副产品，而不是智力或意识产生的原因。

在我看来，自我意识的最后一层意义最有意思，指你意识到自己的意识。比如，我看着女儿熟睡的时候，不仅感到爱和骄傲，而且意识到自己有这些情感。我会想："看，现在我正在体验爱与骄傲的情感。"无论什么时候，当我们用语言表达情感和感觉的时候，我们都有自我意识，因为这个时候我们必须探究自己的体验，好像在一个更高的意识层面探查自己体验到的感觉。很多理论家，尤其是那些爱好哲学的理论家，认为这种高阶意识才是唯一重要的意识。

这一理论有不少地方让人困惑，但在讨论这个问题之前，我先要说明：符合这个标准的意识形式比我们认为的要少很多。毫无疑问，我们具有极其丰富的意识，但这种对自己的意识进行深入了解的意识形式是极不可靠的。

从某些角度看，我们都害怕做决定，因为更为原始的动力使我们倾向于思考眼前的事情，并采取行动。所以我们只活在当下，而不顾下个月、明年或10年后会怎样。有些人很容易由于强烈的愤怒或妒忌而失去控制，会被这些情绪操纵而采取行动，但同时却觉察不到自己的这些情绪。我们可能会专注于使我们感到愤怒的对象，而注意不到其实我们在生气这个事实。

意识不到自己的情感和动机是几乎所有精神病的重要特性之一。例如，精神分裂症患者不知道自己的想法是虚妄的；抑郁症患者可能意识不到自己急躁或闷闷不乐的情绪，直到抑郁症再次发作。

当然，这肯定不是自我意识的一种连贯的、高效的功能模式，至少在我们意识不到自己的情感的时候，我们不具备真正的自我意识。然而，我们有很多时间意识不到自己正在经历的情感，很可能是因为我们没有去注意这些情感。毕竟，情感引导我们转向某些物体或行为，我们

很自然会关注这些物体或行为，而忽视了自己的感受。如果我们在行动的过程中，停下来关注自己的情感，并分析这种情感产生的原因，这种做法很不自然，尽管通常会很有用。

感觉的情况又如何呢？我们是否也意识不到自己的知觉？最近一项研究试图回答这个问题，实验过程如下。让实验参与者看一组6个条纹圆圈，然后看另一组同样的圆圈。其中一组中有一个条纹圆圈的颜色比其他圆圈鲜艳一点。参与者首先猜测这个特殊的圆圈属于哪一组，然后对自己答案是否正确做一个评估。实验人员会根据参与者的表现，调整实验的难度，即调整那个特别的圆圈被觉察到的难度，使所有参与者的准确率维持在71%。这个数字比随机猜中的几率要高很多，要达到这个准确率还是有难度的。将准确率固定在一个数值上，意味着唯一的可变因素是参与者对自己所做决定的信任度。那些感觉很敏锐的参与者，在给出正确答案时，自信心会提高；给出错误答案时，自信心会降低。实验结果让人惊奇：虽然参与者已经能很熟练地完成任务，但是很多人的自信心与准确性不相符：他们相信自己的答案是正确的，但实际上是错的；或者他们对自己答案没有信心，答案反而是对的。

我仔细考察这个实验的细节，首先问了实验设计者史蒂夫·弗莱明一个问题：那些不擅长猜测自己想法的参与者，是否在某些方面有障碍。要知道这个答案很容易，弗莱明已经对此做了大量分析，但没发现什么。那些参与者具有基本的感知能力，除了不擅长觉察到自己的知觉，其他任何方面都与另外的参与者一样聪明。

因此，尽管我们有能力在一个高层次意识到自己的想法，并不等于说我们所有的人都擅长这么做。事实上，有些人在其他方面都很正常，也具有正常的意识，但却特别不擅长解读自己的想法。

这种高级别的自我意识，在不同的个体身上表现得很不一样，这点不足以反驳该理论。尽管我们觉得自己在清醒的时候完全具有意识，很可能我们的看法是错误的，我们真正具有高级别的意识的时间是很有限的。

我们认为自己清醒的时候都具有意识，这种想法很可能是错误的。这个理论从技术上讲是可能的，但是它的另一个特性让人很困惑。如果我什么都不想，只是盯着一面空白的墙，这时我明显能意识到这面墙，但我好像对这一感知没有什么想法。那些高阶意识理论的支持者会说，关于我对墙的基本感知，我肯定具有更高级别的想法或感知，因为要意识到这面墙，我必须要有高级别的想法或感知，即使我自己没有感觉到这一点。这样的话，这个理论就有可能陷入循环论证的危险，或者它只是个空洞的理论，我们还是不清楚如何通过实验证明或者推翻这个理论。

高阶意识理论的另一问题在于对意识功用的表述。大卫·罗森塔尔是这个理论的主要拥护者，他认为这种高阶意识引出的一个结论是：意识没有作用或优势，因为我们的认知技巧是在低于意识的级别获得的，而知识是从高于意识的级别被动地获得的。所以，意识没有进化层面的意义，也不能提高我们的学习能力。有无数的证据可以用来反驳这种观点：任何复杂的学习形式都离不开意识，而这点本身是对高阶意识理论最有力的反驳。

据我所知，这个理论对意识机制的讨论在一种说法面前停滞不前了。按照这种说法，自反性认知（reflexive cognition）——如具有关于某种感知的想法——是意识产生的原因。这个说法没有从心理学角度或者根据大脑运作情况来解释“感知”与“想法”的意思，没有详细说明高阶意识与低阶意识如何交流的；没有解释意识是如何与自反性认知等同，

以及等同的原因；没有说明高阶意识如何进行信息处理，高阶意识有何进化基础，以及高阶意识这个概念有何作用。

科学的方法应该更为具体、深刻。例如，我在这一章概述了注意如何成为意识的一个关键成分，尽管我有时会讨论意识的其他成分。不管是在心理学领域，还是生物学领域，注意都得到了深入的研究。对注意的研究让人怀疑高阶意识有无存在的必要，注意的过程表明，至少在某些情况下，意识可能在神经元战争中产生，神经元战争按胜者通吃的规则在无意识中进行。注意使信息处理成为意识的主要任务，并说明意识是大量数据过滤和提炼过程的产物。

所以，各种形式的自我意识只是高深的智力与丰富的意识生活的副产品，而不是意识产生的原因。我们的情感和感觉都很重要，使我们能够生存下去。从意识的角度看，它们只是我们能够意识到的另一种形式的信息，是我们意识到上百万种经验的一部分，有很多经验与我们的情感和感觉无关。

我不赞同那些将自我意识放在首要位置的理论，尤其是高阶意识理论，但是其中有一点我是赞成的。意识到自我，或自己的想法和感觉，可能是意识的副产品，然而这个副产品却有深刻意义。对自我的意识属于重要的意识现象，属于很高的概念层次，处于思想金字塔的顶端。在概念的分层中，意识处于顶端。这使我们体验到的不是一些枯燥的原始数据，而是具有各种模式的生动的信息，这些信息蕴含着意义，使我们能毫不费力地了解周围世界。

在这里，我要结束对意识内容的选择机制的讨论，这一章余下部分将讨论意识内容本身。我会一再强调，建构和操纵这些错综复杂的知识对意识具有重要意义。

最多只有4个意识隔间

到目前为止，我讨论了注意作为过滤和提炼机制是如何运作的，但没有详细说明大脑如何大规模过滤输入信息，如何提炼某些输入信号。通常，几十亿条信息涌入我们的感觉器官，或者围绕无意识不停地跳跃，注意对这些信息进行过滤，最后保留3~4个意识项目。所以，注意的过滤过程规模非常大。但提炼过程能够弥补大规模过滤的缺陷：每个项目都是无比复杂的意识对象，虽然数量极其有限，但每个意识对象都要经过评估、比较与控制，过程无比复杂。

这个注意输出存储系统，体积很小但功能强大，被称为“工作记忆”（working memory）。工作记忆是短期记忆的容器，在这里可以对意识各个项目的信息进行记忆、重整、评估，即使这些信息来自不同的感觉器官或属于不同的类别。

过去20年，最流行的意识理论是由伯纳德·巴尔斯（Bernard Baars）提出的全局工作空间理论（global workspace theory）。巴尔斯的观点在很多方面与注意理论相似。根据全局工作空间理论，低层次的神经元同盟之间为获取支配权进行无意识的斗争，斗争同样遵循胜者通吃的规则，获胜者进入意识范围。巴尔斯对这阶段的描述，也与注意理论相似，他提出“聚光灯”（spotlight）的隐喻。聚光灯照在剧场舞台的一小块地方，形成一个亮点，亮点照出的内容就是我们意识到的内容，这些内容被传播给所有观众（代表无意识）。也就是说，只有少数的项目被传递到大脑，以做进一步信息组合与对比。巴尔斯最大胆、最有意思的观点是：意识差不多可以归结为在工作记忆里的信息。他认为，工作记忆只存在1~2秒钟，适用于大脑任何部分，而且工作记忆能引导无意识专门知识区域帮助我们完成最复杂的任务，如学习语言和制订计

划。

虽然“工作记忆”这一定义还有不明确的地方，但我基本上赞同巴尔斯的观点，认为意识和工作记忆类似，而注意是选择进入意识范围项目的主要手段。就意识而言，接下来关键的一步是弄清楚工作记忆的具体运作情况。在巴尔斯提出全局工作空间理论20年后，我们对工作记忆和注意有了更广泛的了解，随着知识的进步，很多意识的谜团也被解开了。

工作记忆的第一个特征就是它极其有限的存储能力，只能容纳少数几个意识对象。要想提高意识空间的容量，需要将当前项目与长期记忆存贮联结起来。很多实验都证实了意识空间的这种限制（每一个实验都做了严密的防范措施，以防实验被试作弊）。防止被试作弊的方法是：让被试看刺激物的时间非常短，这样他们就来不及想出任何方法作弊；或者让他们看抽象的东西，这些东西与他们原有的记忆没有任何关系。

例如，在最初一个很有影响的实验中，乔治·斯珀林（George Sperling）呈现给被试12个字母方格。这些字母方格排成3行，每行4个，只让他们看50毫秒，然后让他们说出记住的字母，越多越好。参与者能记住的字母数量，每行平均1.3个，也就是说12个字母中能记住近4个（1.3×3＝3.9）。对这个测试做一点很有意思的变动，让被试快速看一下字母后，给他们提示，只要说出其中一行的字母。结果让人很惊异，他们通常能准确地记住一行4个字母，而之前的测验，能记住的字母数是每行平均1.3个。这可能是因为他们看完字母后，马上收到提示，使他们的注意系统在视觉信息消失之前完全专注于提示的那行字母。如果让他们专注于某一行的提示是在字母方格消失之后的1秒或更久的时间做出的，那么被试又会退回到原先的成绩，被提示的那行的4个字母中，只有平均1.3个字母被记住，这个成绩与他们没有接到提示得出的结

果一样。如果被试在字母消失1秒钟后才得到提示，那么在这个1秒钟内，他们的注意系统由于不知道该关注哪一行，会关注所有的12个字母，而他们的短期记忆只能随机地存储4个字母。

很多类型的实验都证明了意识只能注意到4个项目。在现实生活中，我们需要记住的不会是字母方格，这里我举一个生活中常见的例子。我们通常会注意到一些运动的对象，如街上从我们身旁经过的一群人、足球场上的一组队员，等等。野生动物还需要注意附近是否有一群其他动物。例如，黑猩猩一个部落的成员需要监视侵犯它们领地的另一个部落的每一只黑猩猩的情况。一个反映这种日常生活技能的实验是这样的：史蒂文·扬蒂斯（Steven Yantis）让被试看电脑屏幕上的一组10个十字交叉，其中几个十字交叉开始会闪烁一下，然后在屏幕上随意移动。被试要追踪这几个十字交叉，而忽略那些开始没有闪烁过的十字交叉。过了一会，十字交叉会停止移动。要求被试指出哪些十字交叉在一开始的时候闪烁过。如果被试只要追踪3个十字交叉，完成这个任务很轻松。如果要追踪4个十字交叉，准确率就没那么高了，但被试还是能相当出色地完成任务。但是要追踪的十字交叉增加到5个，由于这个数字超过了工作记忆的最大容量（4个），大部分被试不能完成任务。这个实验证明了进入意识的项目只能是4个。

人类的工作记忆只能储存少数几个项目，让人奇怪的是，在这点上我们跟猴子很相似，尽管猴子大脑的大小只有人类大脑的1/15。我们只能记住快速呈现给我们看的项目中的3～4个，而婴儿同样具有这样的能力。事实上，许多其他物种快速记住事物的数目上限和人类一样，也是3～4个。例如低级的蜜蜂，能够区分2个项目组成的模式与3个项目组成的模式，也会区分3个项目组成的模式与4个项目组成的模式，但是蜜蜂不能区分4个或4个以上项目组成的模式。因此，可能存在某种限制，使

所有动物的短期记忆能够存储的项目数量有限。[1]

[1]目前，对产生这种局限性的原因，存在激烈的争论。一种解释是；注意重点关注3～4个项目已经足够应付任何情况了。然而，也有例外。如一个学生绞尽脑汁解一道数学题，或一个人想弄明白一个机械小装置的内部构造，他们可能会希望人类大脑能处理更多的项目。但是，在人类进化过程中，很少出现需要同时对付好多个想要吃掉我们的捕食性动物的情况，我们也很少追逐超过1～2个食物源或性伙伴。我们不需要更多的意识项目以应付危险或获取利益。换句话说，可能我们人类在进化过程中从来不需要同时关注好几个项目。
另一种解释根据神经元运作的计算模型得出，认为3个或4个项目实际上是我们大脑能够承受的最大容量。当注意加强某一特定项目的信号，大脑皮层上与这个项目的任何特性相关的神经元不仅要更频繁地进行发射，还要以一种特定节奏相互联系。如果同时关注1个以上项目，为了使每个项目的信号与其他项目信号区分开来，需要更多的大脑节奏。但是大脑只能保持3～4种节奏，超过这个数目，各种节奏会混杂在一起，最后变成不间断的吵闹声，各个项目一片混乱，或者干脆被忘记了。

每个意识隔间都能处理极其复杂的对象

意识的内容只有4个项目，如果不考虑一些补偿措施的话，这将是一大缺陷。但是，对我们人类而言，这些补偿措施尤其重要，不能被忽略。我们利用注意系统以及意识强大的分析能力，藐视工作记忆的界限，将大量的数据有规律地载入每个意识隔间。

先说说注意在增大每个工作记忆隔间的容量方面所起的作用。一旦注意选定某个对象，不管这个对象是什么，都是神经元战争的获胜者。大脑的多数活动是根据这个对象以及这个对象如何跟我们产生关联而展开的。针对一些基本的对象或特性，如一堵红墙，注意增强信号的方式是：提高视觉区域（尤其是与红色相关的视觉区域）的警备性，准备随时发射。不是负责红色编码的神经元的活动被抑制。这些受到抑制的神经元不仅仅是颜色处理中心的神经元，还包括大脑其他部分（如听觉中心与味觉中心）的神经元。与此同时，那些多功能区域，尤其是与意识紧密相关的前额叶皮层与顶叶皮层，开始积极分析当前对象的特性。所有这些活动都顺利进行，最终使我们看到红色的墙；如果不是大脑内部的一些机制加强收到的信号，我们看到的效果就不会这么明显。

如果我关注的对象不是红墙，而是大屏幕上穿着红衣服的安吉丽娜·朱莉，那么我大脑内与朱莉无关的信息处理都被抑制，而与朱莉有关的信息处理被激活。我一看见朱莉，就认出她的脸部特征，想起她的名字，回想起她说话的样子，以及她那个大名鼎鼎的丈夫，她出演的其他电影，等等。当然，我也看到她穿着红衣服。这些信息并非独立，而是集中在一个统一的、复杂的对象身上。在前一个例子中，我关注墙时，红色是墙唯一明显的特性。但我关注朱莉时，红色这一信息是我意识到的内容之一，只是我的意识对象（朱莉）诸多特性中的一个特性。这个

系统很神奇：注意接收原始输入，并将其转换成由相互关联的各种事实组成的一个整体，然后进入意识范围。由于注意将朱莉这一对象的所有特性都激活并汇集起来，这个对象和红墙一样，占据了我的工作记忆1个隔间的位置。

换句话说，我们只有少数几个意识隔间，但是不管是最简单的对象，还是最复杂的对象，在意识隔间里都得到平等的对待。在这种语境下，“工作记忆对象”（working memory objects）这个术语通常指信息的集合。它可以指具体的对象，如安吉丽娜·朱莉；也可以指构思的计划，如在去格兰切斯特村路上，我的头脑里一直在构思的内容。

一个工作记忆对象能够包含多少信息量？也就是说，一个“组块”（chunking）可以反映多少有效信息？就目的而言，组块类似于注意机制：两者都是将庞大的数据库压缩成具有重要意义的一个个小块（nuggets）。组块对注意起了奇妙的补充作用，与注意的不同点在于：组块是根据意识信息的结构及其与先前记忆相联系的方式来关注意识信息的。

不少实验都证明组块可以扩展存贮在工作记忆里的信息量，其中一个著名的实验是安德斯·埃里克森（K.Anders Ericsson）和他的同事在1980年完成的。这个实验很简单：让一个记忆力和智力水平都一般的大学生完成一项基本的任务。实验人员给这个大学生念一串没有规律的数字，然后要求他按听到的顺序说出数字，如同重复刚刚听到的电话号码一样。如果这个大学生能够准确说出听到的一连串数字，下一次再增加一个数字。如果他的回答出现任何错误，下一次就减少一个数字。这是一个测试语言工作记忆的标准实验。但是，这个实验与其他实验有一个明显的不同：这个实验每天做1个小时，一周约做4天，坚持了将近2年的时间！

刚开始，这个大学生能记住大概由7个数字组成的序列，这个成绩很一般，几乎每个人在经过训练后，都能超过语言工作记忆容量为4个的限制。但是要日复一日、月复一月地做这个实验，从这点来说，这个实验可能是世界上最单调乏味的心理学实验。为了使实验过程不至于太乏味，被试似乎下定决心提高成绩。事实上，他做到了，20个月后，当实验结束时，他能够说出由80个数字组成的序列。换句话说，如果他的7个朋友依次快速地将自己的电话号码告诉他，他能够很冷静地听他们报完最后一个数字，然后将这7个朋友的号码准确地存到他的电话簿中。

经过一段时间后，实验人员偶尔也会测试他是否能够记住先前的数字序列。刚开始，他记不住任何先前的数字序列，即使只有7个数字长度的序列都记不住。但是，2年后，当实验接近尾声时，他能够准确记住大量长度是原先10倍的序列。他不仅能够马上记住7个朋友的电话号码，还能够在1个小时后准确地将这些号码存入地址簿。他怎么能取得如此惊人的进步？

这个被试碰巧是个跑步运动员，他看到某一数字组合的第一反应是将其和跑步的时间联系起来，例如，他会将3 492转换成3分49.2秒，这个时间是1英里的世界纪录。换句话说，他利用自己熟悉的体育运动的数字来增强他的工作记忆。这个策略很有效，快速地将他的工作记忆容量翻了1番，能够记住近20个数字。几个月后，他认识到可以将3~4个跑步时间组合起来记忆，形成更高一层的结构，然后再将这些更高一层的结构组合起来。这时他的工作记忆容量发生了第二次大飞跃。但是，他能够组合起来的跑步时间的总数目没有超过工作记忆的最大容量。他只是逐渐增加将每个项目的容量，将3~4个数字组成一串，然后再将这些数字串组成3组或4组，逐层增加。工作记忆里的1个对象，占据了1个

项目空间，开始的时候这个对象由1个数字组成，但是经过近20个月的训练，一个对象可以容纳24个数字。[1]

所以，面对一项艰巨的任务，我们会利用长期记忆（long-term memory），提高工作记忆中的各个项目的工作效率。这种方法很简单，效果显著，重新形成的信息块更稳定、更有效。

但是对我们人类来说，增加工作记忆的信息量并不仅仅靠一些记忆技巧。在上面的例子中，被试将新的数字与他原有的关于跑步时间的结构性知识相联系，因而记住很长的数字序列。实际上，他的做法是强行将某种模式加入到没有规律的数据中。然而，很多时候我们的感觉接收到的信息确实有某种清晰的模式或结构，在这些情况下，我们的意识会很警觉（很可能是由于这种新信息可以带来重大的进步），一旦觉察到，就会快速利用新发现的知识。

我们一发现某序列的结构，就会成功地加以利用，以帮助工作记忆。有一个例子能很好地说明这一点，这也是个数字序列记忆的例子。我和剑桥大学的同事给被试提供4组数字序列，每组由2个数字组成。其中的某些数列有内在的数学规律，如49、60、71、82（按11递增），另外一些数字序列则没有规律。正如我们所料，被试更容易记住那些有规律的数列。被试认识到，一旦他们发现数列的规律，好像需要记住的项目变少了，使他们能够更轻松地完成任务。虽然对这点我们没有做过测试，但当我们让被试记住长度达300个数字的序列时，他们还是能够记住，他们要做的仅仅是记住第一个数字、最后一个数字以及排列的规则。相反，我们难以应付300个数字长度、没有任何排列规律的序列，即使经过200个时间段的训练还是记不住。所以，有一点很重要：有规律可循的“组块”比仅仅靠记忆记住的“组块”有效得多。

经过反复训练提高工作记忆的一个典型例子是下棋。新手看到布局复杂、有30个左右棋子的棋局，如果能记住几个棋子的位置就很不错了。但对高手来说，看一眼就能记住整个棋局。那些高手是怎么做到的？很可能他们运用记忆（如记住几个成对角结构排列的“卒”的位置），或是运用逻辑（如两个“车”联合起来，就能形成强大攻势，进攻对方的“将”）。下棋技巧充分说明记忆、逻辑和策略会以结构性信息为中心，互相交织在一起。

实际上，工作记忆的内容可以是任何东西，当记忆目标或记忆策略成为记忆内容时，意识能发挥最大的效用。如果将每种技巧看成构成意识的单独的材料，这些技巧与其他技巧联合起来，产生新的、更有效的策略，这时就能获得无与伦比的学习和理解能力。

虽然我们在几秒钟内只能存储有限的几个意识项目，但是我们可以运用各种技巧，极大增加每个意识项目的信息量。这可能包括一些相对普通的策略，如反复训练，记住某些数字。但是我们也可能很轻易地运用更高级的策略，如将大量新信息与之前的记忆组块联结起来，或者发现一些逻辑规律，这些规律可以将一些不相关的项目联结为一个连贯的整体。

[1]一个普通人能够通过某种方法扩展工作记忆的容量，这种现象在当时很不寻常。但是大约10年后，在20世纪90年代初举办的世界记忆力大赛中出现不少类似的例子：很多普通人经过大量训练，能够记住很长的序列。经过20年激烈竞赛，能够记住80位数字已经不那么稀奇了。很多新的方法被运用，能记住长序列的人也越来越多。目前这个项目的世界纪录保持者能准确记住由240个数字组成的序列。其他类似的项目得到的结果同样让人惊奇。1个小时内能够记住纸牌的数目，目前的世界纪录是1 456张，而记住一整副52张纸牌的最短时间是21.9秒。

贬低经验的丰富性？

意识相当于经过注意选择后形成的工作记忆，只有4个组块构成了意识的内容。论述到这里，有必要讨论一种反对意见。如果意识的内容仅仅限于经过严格处理的少数项目，那么有人会问，为什么我们在同一时刻能够看到很多事物呢？如果我仰望天空，我能够看到的物体超过4种，还可能一次看到上百种物体，而且我能看得清清楚楚。

在这种情况下，注意的范围虽然很广泛，然而力度很弱，就像一个膨胀的气球。注意的力度弱指的是，我们虽然能感觉到上百个物体，但只是最低限度的感觉。如果我们看着天空却不知道各个恒星的位置，相当于把所有恒星看成一个模糊的、复杂的对象。如果你想看到一群星星，并记住它们之间的关系，该怎么做呢？我们会运用组块来记忆。我们认出北斗七星是因为它看上去像一个煎锅，而且煎锅的手柄是斜的；狮子座就如同一只在草原上休息的骄傲的狮子。如果不能将这些星座与平常熟悉的物体联系起来，我们将很难辨认各个恒星的特性，而且从历史的角度看，对航海与农业来说也是一场大灾难。

我们看到的物体越多，得到关于每个物体的信息就会越少，实验证明了这一点。例如，如果要记住屏幕上快速闪过的字母或数字，字母或数字的数目越多，我们能够记住的可能性就越小。事实上，不管看到的字母或数字的数量是多少，都不大可能记住超过4个字母或数字，尽管我们对总的数目有模糊的印象。就像我说过的，不管我们以何种方式感受周围世界（通过任何感觉或感受任何对象），我们完全意识到的对象只有4个。任何觉得我们意识的项目超过4个的印象都是幻觉。产生这种幻觉的原因之一是：我们总是倾向于将几个项目组合起来占据一个工作记忆空间，比如，将我们视野范围内的星座当作一个整体来看。

如果不将处在一片混乱中的项目分组或进行充分处理，那么我们通常只能有一种模糊的印象。例如，有时候我们只是对某一场景瞟了一眼，对这个场景中的物体有了一个大概的印象。这个过程反映了注意发挥作用的两个鲜明的阶段。首先，注意进入第一个粗略的阶段，只是对周围有一种微弱的感觉，好像我们并没有关注什么东西，或者说，对每件事情都只有最低程度的关注。这个时段只维持了大约200毫秒。过后，注意进入第二个有目标的阶段，神经元开始执行手头的任务。我们就会将注意集中到感兴趣的细节上，如我的目光会扫过车站的人群，然后定位在我的妻子身上。

在第二个阶段，我们的大脑会进行运算，什么才是我们真正想要关注的，哪几样物体才是真正重要的。这几个项目得到注意的提炼，而我们也更加明白什么才是重要的。其他的一切都受到抑制，在我们工作记忆和注意之外的任何事物都变得无足轻重。

在测验猴子看到物体引起的大脑反应的实验中，科学家首先观察到这一阶段的神经元运作过程。颞下皮层的某些神经元对特定的对象（如一朵花）发射强烈的信号，而对另一些对象（如一个马克杯）发射的信号很微弱。列奥纳多·切拉兹（Leonardo Chelazzi）和他的同事以猴子为实验对象，通过电极逐个观察神经元的活动，这些猴子为了获得奖励，观看屏幕上某一特定的对象（如一朵花）。研究发现，不管颞下皮层的某个神经元对花有没有反应，在刚开始的时候这个神经元的活动强度都会达到最高点，好像暂时认定看到的任何事物都很有意思。几百毫秒后，这个神经元才显示出真实的“想法”。如果对花不感兴趣，它的活动会减弱；如果对花感兴趣，活动强度会持续。所以，注意对刺激物产生反应时，神经元的发射模式有两个阶段：第一阶段是对物体有个大致印象，第二阶段是执行任务——通过神经元的活动反映哪些信息是重要

的，哪些信息是不重要的。

我们获取某一场景的大致印象的过程几乎不存在第二个阶段，或者说，由于信号输入很微弱、很短暂，第二阶段只是第一阶段的重复，因此只有最低限度或随意的印象。在匆匆一瞥后，我们的意识没有集中关注某些事物，只能勉强认出少数几个对象。

注意参与了获取大致印象的过程，虽然这种印象不完美。注意从迅速一瞥的事物上转移时出现的情况可以证明注意参与了这个过程。迈克尔·科恩（Michael Cohen）和他的同事最近做了这个实验。他们让被试快速浏览一组图片，每张图片的呈现时间是100毫秒。大部分画面只是一些乏味的彩色图片，但其中有一张图片是真实生活中的场景（如一个耸立着摩天大楼的城市）。如果只是让被试看看图片，那么几乎每个人都会注意到这张图片，并能够回答有关这张图片的一些基本问题（例如，图片的场景是沙滩还是高山）。但是如果要求被试在看图片的同时，完成一项需要集中注意才能完成的任务（比如追踪叠映在图片上的、在移动的一组对象），那么只有12%的被试注意到图片的内容。这清楚地说明，就算要获得一个场景的模糊印象，也需要一定的注意参与。

事实上，不管意识的内容（包括最简单的特性：如一个彩色圆点，或小块灰色补丁）是什么，如果我们将注意完全从这些内容上转移开去，它们就不会被意识到。

因此，注意显然是意识的守门人；对某一内容具有完全的意识意味着，这一内容在进入有限的工作记忆空间时备受注意青睐，而这个工作记忆空间同时能够存储我们模糊地意识到的一组项目。偶尔，工作记忆会接到任务，对某一场景匆匆瞥上一眼，但是由于缺乏仔细的分析或注

意的关注，我们不清楚这个场景的具体特性。

组块与意识

回到组块的话题。组块极大提高了工作记忆储存信息的能力，它不只是工作记忆一个忠实的仆人，相反，是工作记忆背后的操纵者，同时也是意识的主要目的。

到目前为止，我论述了注意是意识的守门人。注意选择某些内容进入意识，有时候是因为这些内容关系到迫在眉睫的生存问题（如一个潜在的危险），有时候是由于我们为自己设定了一些目标。不管进入意识的内容是什么，都表明这项内容通过初步分析，目前对我们很重要，能满足我们的某项需求。而注意输出的信息就存贮在工作记忆中，这也是意识活动的场所，工作记忆的最大容量是4个项目。但重要的是，每个项目都经过大脑透彻的分析，使项目包含的每个信息都可用。然后我们可以自由地运用各种策略重新审视这些项目，发现它们之间的相似点和不同点，将它们组合起来，或者互相替换，等等。我在这本书中一再强调，意识与信息处理有关，尤其是那些有用的、具有结构性的信息。组块是工作记忆这个沸腾的大锅炉里面的主要催化剂，在这个工作记忆空间，我们将原始数据融化为金子，我们将感觉接收到的基本信息加入到这座精心打造的、具有等级制度的意义大厦，这所大厦我们从一出生就开始建构了。

关于组块，分析下面三点：寻找组块，注意到并记住这些组块，运用我们已经建构起来的组块。意识的主要目的是在工作记忆内部寻找这些具有结构性的信息组块，有效并自动地利用这些组块，达到以最少量的意识完成任务的效果。

首先讨论寻找组块的过程。工作记忆空间只能存贮4项内容，很奇

怪，这种观念一直到21世纪初期才被接受。在这之前的半个世纪，心理学家们认为我们的工作记忆大约可以容纳8个项目的内容。之所以有这个想法，主要是因为他们不能深刻认识人类的大脑会运用很多策略来提高记忆的工作效率。

过去几年中，我参加了几百个研讨会，在这些研讨会上我不断地听到一种抱怨。抱怨的内容涉及任何实验室、几乎所有的实验以及各种类型的人。这个抱怨是：无论怎样努力控制一个实验，如果这个实验对被试来说存在任何挑战，那么这些讨厌的被试总是能够找到某种办法提高他们的成绩，这么做的结果通常会导致实验无效。人类的创新能力不仅仅体现在制造旋风真空吸尘器和最高端的平板电脑，我们所有人在清醒着的每时每刻都体现了这种创新能力。找到解决问题（不管是大问题还是小问题）的有效策略，是意识的一个特有标志。

我们人类与其他动物最大的区别可能在于，我们渴望发现接收到的任何信息的结构。我们总是积极寻求模式——任何能够提高我们的实践及理解能力的数据信息。我们总是不断寻找生活各个方面的规律，如果发现了这些规律，就能学习到更多的东西，获得更大的进步。我们还想出各种对自己有利的策略（这些策略本身也是模式），有助于我们发现另外的模式。如前面举过的例子，一个业余跑步运动员会在实验中将各种比赛的跑步时间与他要记住的数字联系起来。

人类追求模式导致的一个必然结果是：我们很多时候苦心经营，却只会让事情变糟糕。我们经常妄下论断，如信仰占星术和某种宗教。我们急切地寻找模式，一旦发现模式，就感到很满足，不会刻意重新审视自己的一些肤浅的见解。

人类确实是一个奇怪的物种，总是积极寻求游戏里的模式，而这些

游戏对我们的生存没什么作用，至少没有直接的作用。似乎我们沉迷于发现信息的结构，如果我们不能在日常生活中让自己的渴望得到满足，我们会人为地制造机会发现模式，并从中获得乐趣。纵横字谜游戏和数独游戏就是很明显的例子，还有很多其他类型的游戏，如问答竞赛、智力游戏。这些游戏为我们的生活增添乐趣，因为当我们发现游戏中美妙的规律，我们就会感到满足。

还有些人更疯狂（我自己也是其中之一），这些人将在信息中寻找模式作为终身追求的事业。一些科学家的动机很可能是运用他们的研究发现，促进社会进步。但大多数科学家是在好奇心的驱使下做研究的，他们渴望从一堆杂乱的实验数据中得到清晰的、简练的见解。我发现对学术圈外的朋友解释我的工作，最贴切的类比是将科学研究比作试图找到一个很难的填字游戏的答案。

但是寻求模式的爱好不仅仅局限在科学领域内。在艺术领域，对模式的追求不但丰富了艺术的内容，而且产生了某些审美观。音乐中存在的结构更是令人着迷，音符的重复，升高一个调或换调都会产生让人陶醉的效果。音乐的这种魅力来自音符与总体规律性之间的数学关系。一些作曲家（如巴赫）在某些作品中将两者之间的关系表达得很清晰，这些音乐作品就像数学游戏或逻辑游戏那样美妙。[1]

当然，不管是视觉艺术还是音乐，模式都很重要。在不同的事物中间找到有意思的联系，这是艺术具有迷人魅力的原因，因为这让我们思索一种新的、更高层次的模式，这种模式是将低层次的模式联结在一起形成的。而文学采取同样的技巧，产生的魅力会更大。

人类和其他动物不同，我们一直追寻模式。而且，不管是在富于创造性的活动中还是在某些爱好中发现模式，都成为我们快乐的源泉。

关于组块，第二点要讲的是：组块对意识范围内的具有结构性的信息的觉察功能，这也是意识的主要功能。我交换着用模式（patterns）、结构（structure）、规律性（regularities），这些词是什么意思呢？举个例子，100万个1和100万个0，可以被看作200万条信息，要将这些数字一个个写出来，长度是这本书的3倍。我们也可以采取另外一种方法，将这200万条信息简单地归结为一句话："这只是将1重复100万次，再将0重复100万次。"换句话说，发现模式就是发现信息中的冗余现象。我们可以发现信息中重复的部分，然后最好能够将这种重复归纳成一条规律，通过这种方式将信息压缩成容量更小却更有用的形式。

如果我们能够将数据转换成一种模式或规则，那么会产生近乎神奇的效果。首先，我们不再需要记住大量数据，只要记住一条规律就行了。而且，我们得到的益处不仅仅限于记忆，还可以根据数据进行预测，从而有效地控制周围的环境。这些规则还能够揭示数据的某些机制，使我们对数据有深刻的理解。

假设我是一个史前人，冬天来临了，我和家人都在挨饿。我们挖到了几个土豆，乍一看好像可以吃。我们咬了一口，但马上吐掉了。我气愤地将土豆扔到火里。几个小时后，火灭了，我捡起土豆，发现它变软了。我又咬了一口，味道好极了。几个月后，发生了同样的事情：我咬了一口生土豆，愤怒地将它扔到火里；几个小时后又咬了一口，发现土豆不但可以吃了，味道还很不错。这时，我可以有两种不同的选择：一种是认为这两件事情完全没有关联；一种是在这两件事情中发现一种可能的模式——火与食物之间存在某种联系，火能让土豆变得好吃。我需要记住的不是发生这两件事情时的天气，或者当时生火的地方，或者当时我的孩子对我说过的话。我只要记住一点，那就是火可以使土豆变得

好吃。既然我已经发现了一种模式，我就要合并记忆中的一些关键因素，从而减轻记忆的负担；我可以将这个记忆组块应用到有关火与土豆的其他情况；我会想到通过这种方式可以吃其他类似的东西，如红薯和南瓜。通过压缩及明确我要记住的东西，我对环境拥有了一定的控制权，家人挨饿的可能性也降低了。

我们有些见识的获得是通过向上提高一个层次，发现与其他模式相关的模式，这两种模式乍一看好像没什么关联性（如发现模式的模式，类比就属于这种情况）。

通过组块可以在很大程度上提高学习能力。前面提到的例子——被试在经过两年数字序列训练，能记住很长的数字——充分说明了组块可以极大提高短期记忆的能力。我们有意识地运用组块，将任何新模式转化成记忆的一部分，几乎所有的学习过程都包括这一过程。长期记忆通常无意识地存储几千个相关项目，随时等待意识抽取其中的项目。这些项目在过去某个时刻也包含新的内容，被意识标识为重要项目，因为与先前存在的知识相关而被存放到记忆里。学习的第一步往往是最难的，但是一旦第一步的基础建立起来，我们可以将新的项目与之前记住的项目联系起来。当知识积累得越来越多，学习一项新内容就会变得很容易，因为这一内容与过去的记忆有很多关联。关系密切的项目之间会形成组块，组块再组合起来，形成更大的记忆对象。通过这种方式，我们可以运用意识和组块，产生具有各种功能、各种等级、相互关联的知识。这样，进入成年期后，我们遇到大部分的新事物与记忆中已经存在的事物存在关联。而过去通过大量学习掌握的新知识反过来会指导我们选择进入工作记忆的内容，让我们发现记忆里新的或重要的内容，从而不断改进我们对世界的认识。

所以，工作记忆里的组块，不仅决定长期记忆的内容，还能为长期

记忆提供索引，使我们很快得到那些重要信息，并将看起来独立的不同项目依据模式组合起来。组块和意识使我们生活中那些枯燥独立的事件形成一张密集的、闪亮的网。这张网根据我们发现的各种模式相联结，还具有积极的反馈作用，使我们更容易发现新的联系，并使我们觉察到事物的机制，从而更深入了解这些事物的运作情况。同时，我们的记忆系统变得更高效、更聪明。而如果没有这种从原始数据中提取有用结构的方法，记忆系统就无法做到这点。

[1]道格拉斯·霍夫斯塔特（Douglas Hofstadter）的《哥德尔、艾舍尔、巴赫：集异璧之大成》（Gödel,Escher,Bach:An Eternal Golden Braid）是一本富于奇思妙想、影响力很大的书，霍夫斯塔特在此书中详细分析了音乐和艺术中的逻辑结构，尤其强调这些逻辑结构与人类思维之间的关系。

语言仅仅只是一种意识组块吗

语言的情况很特殊：通过学习一种语言，我们能够极大地提高学习能力。我们可以通过书本、教师、互联网以及其他任何传递组块信息的交流形式，提高学习能力。其他动物能否学习具有语法结构的语言，是个有争议的问题。但有一点是没有争议的：就算其他动物能够学到一鳞半爪的语言，但是人类的语言能力使其他一切动物都黯然失色——我们可以掌握成千上万的单词和复杂的语法结构，而所有这些都要归功于组块。

我们刚开始学习语言时，总是希望一听到某个词的发音，就会联想到与这个词有关的重要特性。我们的语言知识是慢慢积累起来的，刚开始学的时候很多词代表普通的组块。比如，我们的女儿很早就会说“妈妈”，这可把我妻子高兴坏了，后来我们才发现女儿说这个词只是表示她并不开心。但是，很快我们就会用一些语言学知识大大提高语言技能，从而获取内容丰富的意义。

很多心理学家相信“语言本能”（language instinct）的说法。按照这一理论，人类大脑有些专门为语言而设的独特区域，并且我们具有独特的语言技能。我的观点是：语言与我们具有的形成意识组块的综合能力相关。当意识和组块能力提高，小孩子就会根据他听到的内容形成语言组块，如同学习其他具有结构的信息一样，如学习走路，学习处理复杂的社会问题，或是学习玩复杂的玩具。而成年人学习语法，类似于掌握一门新语言的规则，两者都不能激活某个特殊的语言区域。相反，这两种活动激活的大脑区域与执行其他组块任务（如弄清楚某些空间序列）激活的大脑区域是相同的。有人期望我们拥有某些专门负责语言本能的基因，这些基因能在我们很小的时候就发挥作用，帮助我们学习语

言。到目前为止，没有充分的证据可以证明这一点，这是个有争议的论点。[1]相反，我们却有足够先进的意识形式，热切地追寻包含模式、等级的信息，并且为了操控这些信息而积极地寻求强大的、结构性的认知工具，在这些工具里面，最有用的可能就是语言了。毕竟，语言使另一层面的信息处理成为可能，即人与人之间可以进行交流。而且，团队合作能产生富于创见的新思想。

[1]关于语言本能的神经科学证据主要来自一种称作FOXP2的基因。据称，这种基因发生突变，会导致选择性的语言障碍，尤其是不能流利地讲话。但这种基因突变同时也导致整体的认知缺陷，如智力低下，这很可能是基因突变导致组块功能受到损伤引起的，而不是语言功能受到损伤引起的。

组块的作用及自我意识的尴尬处境

关于组块，要探讨的最后一点是：当我们获得组块以后，我们该怎么做呢？最好的方法是不要理会它们，至少不要理会所有其他组块，而只关注那些我们目前急需处理的高层次的组块。

意识的主要目的，一是处理某些很新或很复杂的任务中，这些任务是简单的无意识无法处理的；另一个目的是革新，在工作记忆里发现模式，这样才能优化重要的目标。但当这些任务大量进入意识空间时，情况就不大妙了。首先，由于我们要同时分析每一项任务，工作效率很可能比通过习惯完成任务的效率低。其次，还有一个能源利用的问题：运行意识需要大脑皮层参与大量积极的活动，需要的能量比运用无意识的习惯多很多。所以，运用意识处理那些不属于意识主要目的的任务，是一种浪费。意识的主要任务是发现一些潜在的重要机会，从而使我们的精神世界更高效地运作。

一些组块对我们的无意识来说太复杂了，其作用是引导意识完成某一个具体的目标。例如，如果我想对电脑做一个不算小的改动（如调整显示器的分辨率），我知道具体操作步骤，每一个步骤都要意识的参与才能完成。但是，当意识关注其他事情，我们已知的大部分信息就会隐退，如我走了很久而完全忽略了周围的环境，或是开车的时候在做白日梦。

这就好像我们有两种方式：一种是缓慢的、慎重的意识系统，这个系统的任务是觉察新的或复杂的、包含模式的信息形式，并发现信息结构，以此建立组块；另一种是快速、自动、几乎无意识的系统，这个系统利用意识之前形成的组块进行运作。

这两种方式让人想起自然界的一个现象：在稳定的基因特性与混乱的革新之间找到平衡点。如果一个有机体能很好地应付环境，那么基因突变的可能性就很低。在这个稳定时期，像线虫这样的有机体就会更多依赖忠实的复制。它们实际上寄希望于之前建立在DNA基础上的“信念”，而抵制任何改变。但是如果生存压力加大，需要革新来保证后代的生存，这时基因突变的几率会增大，或者有机体会选择性繁殖的方式，期望在下一代身上产生新的成功的基因特性。换句话说，为了找到一个解决当前难题的间接的方法，需要采用一种更灵活、更大胆的方式。

基因与意识处理方式的相似性不只是表面上的。它们面对的是同一个问题：该如何在信息处理过程中出现的稳定与混乱两种情况中做选择？理想的对策是：在一切顺利的情况下，力求稳定；但生命受到威胁时，则倾向混乱、革新。

意识组块与无意识自动处理过程相互作用，目的是同时利用信息处理的两种方式。一种方式将意识看作革新机器，当面临绝境、需要新思想改变状况时，选择混乱的一边。但是，与基因的方法不同，意识是以相对安全的、经过引导的方式，实行半混乱的探查，只接受那些明显有益于有机体的深刻见解，这些见解或是提高有机体对世界的认知能力，或是提高有机体的行为能力。一旦这些革新组块被发现，就会逐渐添加到认知体系相对稳定的那部分中（大多属于无意识范围）。

这种观点强调了意识的进化优势。不可否认，意识很耗资源，因为意识需要大脑中最耗能源的区域参与运作。然而，由此产生的能源的节省远远超过了最初消耗掉的能源，因为我们可以更高效地完成任务，并发现一些新的聪明的技巧，能使我们避开威胁，获得回报。

从整体上看，意识与无意识的劳动分工很有效，但是如果我们将这

两种方式混淆起来，就会把事情弄得一团糟。当我们刻意地去注意那些已经熟练掌握的技能或记忆时，就会发生糟糕的结果。然而，偶尔以这种方式运作意识对我们很重要，因为我们可以通过这种方式发现一些习惯的错误并加以改正。但很多时候，将意识和无意识混淆会导致失败，这就是我们通常所说的过于关注“自我意识”。

例如，在打网球时，如果你专注于正手击球的每一个细微的动作，就不能流畅地做这个动作。因为你让工作记忆超载了，工作记忆被压垮了。夸张点说，你在工作记忆里存放了正手击球动作序列中的第1个、第8个、第12个、第15个分解动作，这使得整个动作很笨拙，完全不像1分钟前没有意识参与的情况下做的动作那么流畅。

你可能会重新进入一种状态，开始质疑、分析每个动作，这种状态是在追求新的信息，以及新的、有效的思维与行为模式。此时你拒绝之前建立起来的关于击球动作的信息，而去寻找新模式。你会更加注意自己的动作，可能会重新掌握或调整正手击球的技术，但代价是将之前正手击球运动记忆的组块弃之不用。

有足够的实验证据证明这种双模式的存在：意识在开始的时候对复杂的学习来说是必需的，但是在经验获取后，意识反而会阻碍自动的处理过程。沙恩·贝洛克（Sian Beilock）和他的同事做了一系列实验，测试注意可以操控打高尔夫球的成绩。如果让高尔夫高手将注意集中在球杆的挥动上，那么打出去的球离洞的距离会很远，相比之下，注意被其他事情（如在一阵嘟嘟声中分辨某种特定的声音）分散时，打出去的球离洞的距离要近很多。这个实验结果与对初学者所做的测验的结果完全相反：让初学者注意挥杆的动作，比起分散他们的注意力，前者能让初学者更准确地完成挥杆动作。对其他动作（如足球、棒球甚至盲打）的测验，得到相似的结果。

但是，除去意识系统的这些不同寻常的小毛病，组块的作用确实使我们在各个领域取得了成绩，只要我们肯花时间的话。以正确的方式进行几个小时的训练，能使我们的工作记忆发现与任务相关的微妙而复杂的模式。

我们能够有意识地运用组块，在灵光一闪中发现重要规则；或者经过几个月甚至几年的时间，耐心地积累各种层次的知识。这两种情况在人类历史上都给我们带来进步和成就。

人类的好奇心，加上发现模式的才能，给我们带来了不可思议的科学技术成果。我认为，如果不具备发现隐藏结构的能力，最有才华的艺术家、作家、音乐家都不可能取得任何成就。这些领域的天才不仅靠天生的能力，还通过多年集中注意、刻苦训练，发现并建立比其他人更为深刻的意识组块。

第5章　意识神经科学

扎加尼加的一次经历

最近，我有幸参加了由英国最重要的科学团体——英国皇家学会组织的一个研讨会，会议为期两天，探讨有关意识和认知问题。来自世界各地的神经科学领域的精英们聚集在英国中部的一个小村落里，讨论大脑如何产生意识这一问题上取得的科学进展。听众包括学会的成员，以及像我这样的相近研究领域的人员。会议在奇切利厅举行，这是皇家学会名下的一座漂亮的大楼，小型会议一般在此举行。这里环境优雅，食物精美，住宿条件很奢华，研讨会的氛围显得很轻松。

迈克尔·扎加尼加（Michael Gazzaniga）是会议发言人之一，他是认知神经科学领域的元老。过去几十年里，扎加尼加在神经科学领域内一直享有盛誉，他在教学与科研方面很出色，同时他的研究成果也广为人知。扎加尼加已经70多岁了，高个子，为人谦和，富于魅力。他在正式发言之前，讲了一件小事情，这事是他几天前刚来到英国时碰到的。扎加尼加到了伦敦希思罗机场后，向入境护照检查处走去。检察人员照例问他：是来公干还是旅游？他回答是公干，参加一个会议，就待上几天。检察人员问他开什么会。扎加尼加说自己是研究大脑的科学家。检察人员一听，扬起了眉毛，很感兴趣，问："像右半脑负责空间识别，左半脑负责语言这一类的研究吗？"扎加尼加想今天真走运，于是带点骄傲地回答，实际上自己也参与了他刚才说的那项研究。检察人员很震惊，问扎加尼加这次会议的主题是什么。扎加尼加回答是"意识和大脑的关系"。检察人员斜眼看了看他，皱起了眉头，说道："你有没有想过中途改变主意，不要参加这个会议了？"

检察人员的话反映了普通大众对意识神经科学的怀疑态度。即使是现在，很多神经科学家也有同样的想法。然而，就像我在这一章论述的那样，这个领域在过去20年中取得了令人兴奋的成果，许多研究者开始集中研究大脑的哪些区域与意识的产生有关，这些区域如何相互作用产生经验，神经机制又是如何运作产生意识的。

大脑产生意识

在第1章中，我详述了我的朋友马丁·蒙蒂让我在功能性磁共振成像扫描仪（FMRI）中做的实验。这种扫描仪可能是世界上最昂贵，同时也是最笨重的聊天工具。但是，这个扫描仪以简洁明了的方式证实了意识是物质的，是由大脑产生的。与之相反的哲学观点都是不可靠的。

我们每天都在操控自己的意识，我们消费的含咖啡因或酒精的东西会影响大脑的运作，从而影响意识。不仅如此，很多医学例子都证明大脑和意识之间关系密切，如很多类型的大脑损伤会引起意识深刻、永久的改变。

如果我们假定，意识仅仅是大脑活动产生的一种物理过程，那么意识就更具神秘性；同时，也给了我们一个临时的观察平台，使我们以此为基础去探寻答案。不可否认，将意识与大脑联系在一起会引发一系列的问题，但是科学研究正在试图解决这些问题。这些问题包括：意识是由整个大脑的活动产生的，还是由大脑内部某些特定的区域的活动产生的？如果只是跟某些特定的区域有关，那么如何辨别这些区域？神经元的活动方式与意识的产生是否有关？意识与神经元的数量有关吗？意识是否只是与少数神经元有关？只有一种意识形式，还是有很多种意识形式？如果有很多种意识形式，是否不同的脑区产生不同的意识，每种意识的功能都不同，就像我们辨别脸孔的能力与语言能力是不同的？意识是否必须由大脑产生，其他物质（如硅质计算机大脑）能否代替大脑？我将在这一章回答上述问题。但是我会继续上一章的内容，对意识的目的、构成及机制做更清晰的论述。

不相关联的两派人都在研究大脑如何产生意识。一派研究人员试图

发现产生意识的大脑区域及神经机制。同时，另外一派科学家研究与经验相关的神经系统的运作，同样取得了卓越的成就。这派人很少提到意识，他们的研究主题包括工作记忆，注意以及组块。

我将在这一章详细描述一些直接的、正式的证据，说明大脑是如何产生意识的。然后，我将论述与意识密切相关的其他研究，如注意的神经学基础、工作记忆、组块以及其他相关主题，进一步证明这些过程对意识的重要性。在这一章的最后一节，我将讨论有关意识的神经科学理论，使我们更深入了解意识的本质，尤其是那些有意识和神经学两方面的实验数据支持的理论。

打开意识的闸门

意识的产生究竟与整个大脑有关还是仅与大脑中少数几个关键区域相关联？对意识神经科学来说，这恐怕是最为简单，也是最重要的一个问题。这个问题的答案有大量数据支撑，这些数据建立在对不同部位脑损伤的病人的研究之上，而这些病人的局部损伤部位涵盖了大脑的每一个区域。研究发现，属于人类大脑最原始的爬行动物脑的一部分的小脑（cerebellum），与意识的产生关系甚少。小脑缺失不会对意识造成明显损害。例如，一个天生几乎没有小脑的女人，照样能在电器厂干活，过正常人的生活。

由此可见，并非所有的大脑区域都对意识的产生起作用。上面的例子也间接回答了另一个问题，即意识是否与神经元的数量有关。如果神经元的数量与觉知水平成正比，那么拥有大脑近80%神经元的小脑应该是意识活动最为活跃的区域。然而，事实并非如此。

实际上，意识产生最为关键的区域是脑干网状结构（the reticular formation）。虽说如此，它很不起眼，也不是本书的重点。脑干网状结构属于大脑最为原始的区域——脑干的一部分，即爬行动物脑的组成部分。网状结构通过一系列复杂的分区控制着睡眠与觉醒周期，这些分区分别参与化学活动和神经元活动。通过这些活动，我们进入不同模式的睡眠或是从睡梦中醒来。例如，当我们做梦时，网状结构发出信号，传递给脊髓神经，从而抑制身体其他部位的功能，这样我们梦到自己在到处跑，却不会真的撞到墙上去。网状神经一旦受损，后果严重，不是死亡就是深度昏迷——完全失去意识，永远无法醒来。

网状结构对意识的形成不可或缺，并不等于说意识是在网状结构这

一原始的部位发生。打个比方，没有电源，电脑无法开机，但是电源是功能最为单一的部分，与操作系统程序毫不相关。

丘脑是与意识形成关联更为密切的区域。丘脑是脑干网状结构的主要输出区，位于脑干上方，处在大脑的中间，地位特殊，是大脑的中枢，其神经元可以从其他脑区接收信息，也可以向所有脑区发送信息。以前，丘脑主要被视作感知渠道，当信息被输送到大脑皮层时，丘脑通常作为传送的第一站。例如，眼睛通过视束这一密集的信息高速公路传达看到的图像，图像信息汇集到一个被称作外侧膝状体核的丘脑部位，这一部位再将信息送到初级视皮层。近来，丘脑的作用日益受重视，人们意识到它不再只是消极的中转站，而具有成熟的信息过滤和组织功能，对意识的产生发挥着至关重要的作用。

丘脑大面积受损就会成为植物人。与处于昏迷状态的病人不同，植物人有醒着的迹象，如在白天可能会睁开眼睛。这听起来好像植物人大脑的网状结构仍然部分运行着觉醒的功能，其实由于没有足够的神经联结，他们即使醒着也不能意识到任何事情。丘脑是意识产生的关键部位，有两方面主要功能：信息处理和分配注意。除了在大脑各区域传输信息外，丘脑还负责将注意分配到不同的方向。这点也能说明丘脑损坏的植物人看似醒着，却没有任何定向的意识。试想一下，一个还存有某些感知的生命体，其注意却不能关注任何物体，不能确定任何目标或想法，这种状态能被称为有意识吗？

回到电子邮件这一类比，丘脑相当于承担着一个大公司IT部门的职能。外界所有电子邮件（感觉输入）首先经过IT部门服务器过滤，然后才分发到相应的其他部门。大部分内部电子邮件也要经过办公大楼的IT服务器才能送达接收者。但是这个IT部门特别具有前瞻性，会过滤掉垃圾邮件。如果有需要，IT部门经理会毫不犹豫地延缓某类特定邮件的送

达时间，比如流行音乐，而在那些与公司当前主要项目密切相关的邮件的主题前添加“优先处理”标签。

丘脑损伤会变成植物人，那么一个公司IT部门的服务器出故障又会如何呢？这座办公大楼地下室的发电机很有可能还在照常运作，晚上继续供电，而公司职员也照常用着电脑，还时不时与隔壁同事交流上几句闲话。但是，这座办公楼里，不再有畅通高效的工作交流，处于决策层的经理们对自己公司发生的事情知之甚少，自然也就做不了什么正事。

盲视——意识神经科学的死胡同

如果说大脑产生意识的唯一区域是丘脑，这似乎让人难以置信。因为丘脑属于较为原始的脑区，任何脊椎动物都有丘脑。尽管丘脑是产生意识的重要器官，且直接参与经验的建构，但是其他脑区也至关重要。

30年前，意识神经科学的实验性研究还处于起步阶段。那时关于这门学科的话题只有一个：盲视（blindsight）。20世纪90年代中期，我还在读大学。我们除了探讨大脑如何产生意识这一问题外，几乎很少研究其他问题。几年后，我为本科生讲课，盲视依旧是讨论的重点。因此，本书绕过盲视这一主题似乎说不过去，尽管我认为对盲视的探讨并不能为意识神经科学领域的研究带来多少真知灼见。

盲视是一种矛盾的、令人困惑的神经学现象。一个人的初级视皮层（位于大脑后部）受损，会导致失明，至少会有部分视域不可见。虽说如此，“失明”一词在这个语境中还是有歧义的。

过去传统的观点认为，视觉受损区域是不能感知的。在盲视患者前左右移动某一物体，然后请患者回答物体向哪个方向移动，他一定会以为你在说笑。你让一个什么都看不见的人，如何告诉你答案呢？他说不定会以为你根本没动任何东西。如果你要他迁就你一次，就算看不见也随便猜猜。让人惊讶的是，他竟猜对了，连他自己都没想到。由此可见，盲视患者的大脑里仍存有移动物体这一信息，只是缺失了对物体移动的体验，也就是不能实实在在地看到移动这一动作。另一种类似的情况相是“盲摸”（blindtouch）：患者大脑仍存有触觉的信息，只是触摸时没感觉。这一类似的现象表明，感觉信息与对这些信息的体验两者之间存在严重的断裂。对研究意识与信息之间关联性的人员来说，这是个

值得探索的议题。以往的说法还暗含着一个观点，即人的体验来自大脑的主要感觉区，一旦丧失这些感觉区，我们对刺激物的体验将不复存在。

上述只是传统的观点，这种观点往往有过于简化问题之嫌。首先，作为研究对象的患者通常没有完全失明，即便患者的初级视皮层已经损坏，他们也会时而看得见、时而看不见。再者，有些患者在慢慢康复，还有一些患者经过治疗病情好转，这样就很难确定患者确切的视觉水平。更何况感觉信息本身远非完美。让患者做猜测，有些患者猜得准，有些患者猜不准。给患者做详细的测试，结果也是如此：一些患者并没有完全失去视觉，只是视觉退化了，这种退化往往伴随着患者分辨物体能力的减弱。

综上所述，现实情况远比传统、简单的看法要模糊复杂很多：感觉体验是不确定的、变化的，与感觉相关的可用信息也要比预想的少很多。

实际上，信息与体验之间并无严重分裂。对盲视患者而言，信息和体验都在减弱，只是各自有其独特的、变幻不定的减弱方式。这种情况就如同一所房子，电路出了故障，十多个灯泡只有一个能亮，而这个灯泡发出的光又闪烁不定，一会儿明一会儿暗，产生一种昏暗、摇曳的视觉效果。在这个供电不足的地方，你能做的就是祈望这点微弱的电流不要中断。也许能如你所愿，但你还是希望能够正常供电，看清楚周围的事物。

关于盲视这个话题，最后还有一点要说明。一些人可能会认为，不管怎样，盲视患者的视觉体验还是严重受阻，由此至少可以得出结论：视觉是在初级视皮层上产生的。即便如此，此论断还是有些过头了。较

为合理的一种说法是：初级视皮层只是某类信息的一个早期输出通道，大脑要过些时候才能意识到这些信息。例如，一个人因眼睛受损导致失明，就此断定所有与视觉相关的感觉都产生于眼部，这种结论未免武断。

通过上述说明，我们明白了虽然盲视是一种很奇特的现象，但它对研究意识并没有多大意义。但是，如果换个角度看问题，认为盲视患者对同一个视觉刺激物有时候可以意识到，有时候意识不到，那么通过对这些盲视患者做测试，就能得到有价值的结果。要做这个实验，关键在于控制实验过程。通过小心移动刺激物，使患者不管能不能意识到它的移动，都能准确猜到移动方向。然后，在一切条件都准备好的情况下，对患者大脑进行扫描，观察患者意识到刺激物移动时，大脑的哪些区域会亮起来，然后对比当患者意识不到刺激物移动时（但此时他还是能够猜对刺激物的移动方向）的大脑情况。“盲视”这一名词是拉里·威斯克朗兹（Larry Weiskrantz）在20世纪70年代中期创造的。威斯克朗兹与几个同事（其中包括阿拉什·萨拉伊）于1997年对一位盲视患者做了功能磁共振成像扫描的实验，结果发现被激活的大脑区域是外侧前额叶皮层。外侧前额叶皮层这个名词上文已经提到过几次，其功能与大脑的工作记忆及其他一些复杂的认知过程紧密相关。但是，需要强调的是，当患者感觉到物体移动时，大脑最为活跃的区域是具有多种功能的非感觉区域，是这些脑区共同发挥功效，完成当前任务。

通往意识的视觉通道

尽管盲视对研究大脑如何产生意识所起的作用不大，但对相近领域的研究者们却颇有启迪。20世纪90年代中期，以猴子视力为研究对象的研究人员对视觉意识是否在初级视皮层上形成这一问题产生了浓厚兴趣。尼克斯·洛戈赛蒂斯（Nikos Logothetis）和他的工作团队是该领域的开拓者，取得了一系列突破性的成果。他们将电极连接到猴子脑部的不同部位，用以记录猴子大脑神经元的活动情况。研究人员对猴子进行双眼竞争测试（the binocular rivalry test），这个测试如今成为意识研究领域的一个经典测试。双眼竞争测试的操作如下。给左眼呈现一幅图画（如人的面孔），给右眼呈现完全不同的另一幅图画（如房子），结果被试看到的不是脸和房子的荒诞的混合体，而是先看到房子，过一会看到脸，马上又闪回到房子，如此循环（如图6上）。

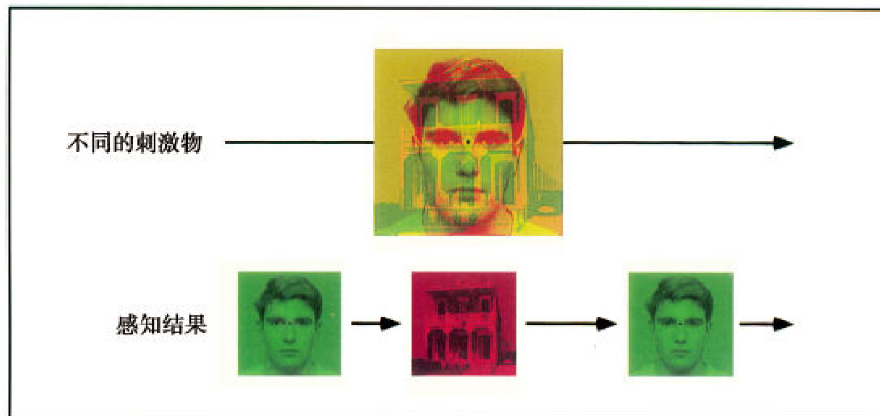






图6　各种引起视觉切换的刺激物。上面的例子是双眼竞争测试图片，让被试戴上过滤掉红色和绿色的眼镜，给被试的一只眼睛呈现人的脸孔图片，另一只眼睛呈现房子图片，被试看到的是不断切换的脸孔与房子图像。下面两个例子，被试看到的是一个烛台或两张脸孔的侧面（左图），一个老太太或一个年轻的女人（右图），也是两幅不断切换的图像。

如果对人进行双眼竞争测试，只需花几分钟时间向参与者解释，当他看到图像由脸变为房子或者由房子变为脸时要按下按钮。猴子也能进

行该项操作，只是需要花几个月时间训练它们正确操作。

洛戈赛蒂斯发现初级视皮层对视觉的作用不大，不像早期有关盲视现象的材料所暗示的那样。尽管猴子的初级视皮层神经元精确地反映了眼睛所见的事物，但是神经元发射的信息很少是猴子实际“感知”到的：只有1/5的神经元发送的信息符合猴子的实际“体验”。所以，与其说初级视皮层是视觉产生的区域，不如说它是眼睛看到的事物经过滤后的复制品所在的位置。没有初级视皮层，我们会失去大部分视觉，但这仅仅是因为初级视皮层是大脑皮层第一个、同时也是主要的一个视觉信息中转站，而与它是否有意识无关。

再分析一个现象做进一步说明。你有没有想过，为什么每次眨眼并未感到眼前变黑？在你眨眼时，初级视皮层的神经元活动大幅度减少，神经元反映的是一片黑暗。然而，高级的视觉区域能够在眨眼的瞬间，延长我们对周围事物的感知，从而产生一种视觉连贯性，因为这些区域的主要任务不是反映看见的事物，而是解释、预示所看见的事物。

初级视皮层对视觉产生所起的作用不大，但却承担着从外界挑选天然原材料进行处理加工的任务，它将眼睛所见到的外部世界条理化。[1]

讲到这，有必要简单介绍一下人类大脑的视觉系统。同样以一个公司作类比。我扮演一个大公司的部门经理，负责处理黄颜色的信息，这个角色处于其他视觉活动的中心，在视觉系统中占据着十分优越的位置。

公司接收到监视器（位于办公大楼前方、正大门上方）传来的信息后，粗大的电缆线从两架照相机（眼睛）提取数据，经由大楼中央的IT服务器（丘脑），传送至大楼后方，在那里蓝领工人（初级视皮层）对数据进行筛选。这些工人在公司地位低、薪酬低，他们不能发号施令，

仅仅执行基础任务和接受简单指令。每一个蓝领工人负责处理从相机传来的一个像素，他们排成垂直支架的列式，处于右上方的工人负责处理左下方传来的像素，而处于右下方的工人则处理左上方传来的像素，以此类推。如果他们共同显示各自看到的颜色，一副完整的图像就显现出来了。

蓝领工人将一堆杂乱的电子邮件发送给薪酬稍微比他们高一点的工人，这些工人也在大楼后方工作，只是办公室略靠前。我就是这批工人中的一个。我不关心单个像素，那些工作太低级。我处理的是100个像素，有100个负责单个像素的蓝领工人不间断地向我发送电子邮件，内容是相机所见的任何颜色。如果这些蓝领工人传送的像素中出现黄色，我就会很兴奋，然后开始向上级部门发送电子邮件。我隔壁办公室的人员也以同样的方式获取信息，他们也不关心单个像素，而关注一小块空间里的像素。

隔壁办公室的同事和我向位于大楼前方的办公室发送电子邮件。如果我发送有关黄色信息的邮件，而我隔壁同事发送有关黑色信息的邮件，那么我们联系的人中会有一人对收到的黄黑相间的条形图像倍感兴奋，他同样不关心这个图像是从哪个方位传来的（任何方位都无所谓），而是仅仅关心图像本身。

回到视觉系统的讨论。位于大脑后部的初级视皮层有各种神经元，这些神经元在各自小小的领域内编码，综合处理这些初级视觉神经元传来的信息，就能形成眼睛所看到的图像。这些视觉神经元再向稍高一级的、位置稍靠前的视觉区发送信息，从而使原始数据相连接，进而开始提取重要的、有特色的信息。大致规则如下：在视觉系统中越是靠前、越是远离初级视皮层的神经元，就越能在更广的空间提供更精炼的信息，因为它们有着更高的数据组合水平与意义提取水平。这就像一个视

觉组块识别工厂。

一些信息从初级视皮层出发，经过V4视觉区（V4区负责处理颜色，处于这一区域的神经元进行编码的区域略大于初级视皮层），再经过几个步骤到达颞下皮层（这一区域比枕叶靠前很多，属于颞叶），在这里进行物体识别。举例来说，如果左边空间的任何一个区域出现了一张椅子，负责物体识别的神经元就会被激活。

颞下皮层的神经元是如何表现“黄蜂”这一概念的呢？这需要几千个颞下皮层的神经元共同工作，除此之外，这些高级的神经元还要通过与级别低一些的视觉区域发生联系才能储存信息。颞下皮层表现黄蜂的概念，可能需要与处于V4视觉区域负责黄色和黑色的神经元建立联系，还要与V3视觉区域负责辨别毛茸茸的质地的神经元建立联系，等等。

洛戈赛蒂斯抽查了一些做双眼竞争实验的猴子，观察它们大脑内比较高级的区域，结果让人惊奇。与初级视皮层较近的区域是负责处理颜色的V4区和负责处理图像移动的MT区。这两个区域反映实际感觉到的信息比初级视皮层要多很多，有将近一半的神经元反映意识到的具体信息。但是颞下皮层又远远胜过V4区和MT区，几乎所有颞下皮层的神经元的活动都反映了猴子看到的物体的特性。

[1]事实上，初级视皮层的功能也不是如此单一。它还可以作为大脑高级区域的灵活的辅助系统。例如，注意力可以提高我们对某一部分空间的感知，部分原因是：视觉皮层的高级区域控制初级视皮层的活动，使初级视皮层的一些分区（如负责处理右上方信息的分区）的活动更为活跃，能敏锐地发觉任何变化。

前额叶-顶叶网络与意识的关系

视觉区域越专业、高级，反映的信息就越精炼、复杂，而这一区域对意识的作用就越大。但是通过电极研究单个神经元有一个缺陷：只能对一小部分的大脑区域进行研究，不能对其他区域做出推论，因为没有相应的数据支持。例如，我们不能通过这种方式研究盲视实验时提到的外侧前额叶皮层。而大脑扫描的方式，虽然没有利用电极研究单个神经元的方式集中、精确，但是能够同时对整个大脑进行扫描，观察哪个区域与意识有关。

对人类大脑进行功能性磁共振成像实验表明，当我们看到的图像发生切换时，比初级视皮层高级的视觉区域的活动会被激活。但是另外两个区域也同时亮起来，即外侧前额叶皮层和后顶叶皮层。

双眼竞争测试只是一系列视觉实验中的一个，其他一些实验的结果也是一样的：我们感觉到的是两个竞争的视觉图像相互切换，前后出现（见图6下）。例如，一个著名的实验是这样的：同时呈现给被试一个烛台和两张脸孔的侧面，被试不能同时看到两者，只能看到一个烛台或两张脸孔的侧面。如同在双眼竞争实验中那样，记录被试看到的烛台与脸孔的图像发生切换时大脑的活动情况，就会发现此时大脑的高级视觉区域、外侧前额叶皮层以及后顶叶皮层的活动被激活，而外侧前额叶皮层和后顶叶皮层与视觉功能无关。

之前我很少讨论后顶叶皮层，这个区域总是与外侧前额叶皮层同时被激活，与外侧前额叶皮层形成一个网络，功能也与之相似。事实上，这两个区域如此频繁地共同被激活，以致被认为是一个大网络，用以处理高级、灵活的思想。尽管两者在功能上有细微差别，但是在这一章我

假定它们是一个统一体，称其为前额叶-顶叶网络（prefrontal parietal network）。

到目前为止，我只介绍了被试看到两个图像切换的功能性磁共振成像实验。其实，有很多实验研究在被试觉察到刺激物时大脑活动与觉察不到刺激物时大脑活动之间的差异。例如，斯坦尼斯拉斯·迪昂（Stanislas Dehaene）和他的同事做的一个实验：快速呈现给被试一系列杂乱的方格，方格上没有任何标注。在这些方格的中间，会插入一张有字的图片。有时候有字的图片与其他方格之间的间隔时间太短，以致被试注意不到有字的图片；有时候时间间隔会很长，让被试注意到有字图片。对比两种情况下大脑的活动，我们会发现与其他实验一样的标准的激活模式：高级的感觉区域与前额叶-顶叶网络都会亮起来。

这个结果并不局限于视觉实验。在触觉、听觉甚至是几种感觉综合的实验中，高级感觉区域与“前额叶-顶叶网络”的活动都会被激活。

证明一个结论的有效办法是：运用尽可能多的方法来检验这一结论，如果每一种方法得出的结论都一样，那么这个结论就是可信的。为了检验上述结果，常用的方法不是考察大脑某一特定区域的活动是否与某一特定的功能相对应，而是考察这一大脑区域的实际大小是否与某种行为程度有关。最近一些研究运用这一方法考察意识，同样发现意识与“前额叶-顶叶网络”的活动有关。例如，利奥塔·卡耐（Ryota Kanai）和他的同事利用另外一种图像——向不同方向旋转的圆点，被试根据圆点的旋转方向产生两种交替出现的不同体验。卡耐发现，被试的顶叶皮层越厚，他感觉到的图像切换就越多，好像这个大脑区域的容积越大，一个人就能发现越多的意识变化。

另一种检验方法是观察神经病患者。如果“前额叶-顶叶网络”参与了

所有的意识活动，那么这些区域受损会导致患者的某些意识水平下降。这正是研究者发现的结果。安托万·德尔·卡尔（Antoine Del Cul）和他的同事让前额叶皮层受损的患者找一个数字：首先快速地呈现给他们一个数字，然后马上出现一连串的字母，目的是干扰被试发现数字。结果显示，患者找到这些数字的能力比控制组（正常人）的能力差。（如果让患者猜测的话，他们识别数字的能力并不比控制组差多少）

对顶叶皮层进行测试，得出的结果也相同。乔恩·西蒙斯（Jon Simons）和他的同事对两个半脑后顶叶皮层都受到损伤的患者做了一个记忆力测试。首先让患者听72个句子，句子内容是一些琐碎的事，如“阿尔·卡彭的名片上写着他是个卖旧家具的商人”。然后让患者猜测，他刚才听到的是女人的声音还是男人的声音，说这句话的人是否相信自己说的内容。这样做的目的是为了误导患者，因为在患者听完所有的句子后，会有个突击测试，要患者回答他们听到的是否仅仅是一组句子的重复（其实，有一半的句子没有重复过）。患者测试的成绩并不比控制组的成绩差，但患者对自己的答案明显没那么自信了，好像他们的记忆力减弱了，尽管他们的记忆力并没有减弱。

另一个很有趣的方法是，观察一个人在逐渐失去意识的过程中（如做全身麻醉时，不断加重麻醉的程度）大脑发生的变化。马特·戴维斯（Matt Davis）和他的同事做过这个实验，对处于麻醉状态的被试进行功能性磁共振成像扫描，被试通过戴在头上的受话器接收各种句子。结果发现，不管麻醉的程度如何，负责简单的、经过处理的声音的颞叶区域的活动仍然活跃，但是在被试进入睡眠状态后，前额叶皮层的活动马上停止了。

除了扫描的方法，进化与比较分析研究也提供了确凿的证据。通过研究不同的灵长类动物的初级视皮层占整个大脑皮层的比例，发现比起

其他灵长类动物，人类初级视皮层占大脑皮层的比例最小。而且，人类视觉的敏锐性也不如其他灵长类动物。我们的其他感觉以及主要感觉区域的大小，比起其他灵长类动物，也同样没什么值得炫耀的，而我们的嗅觉尤其弱。但是，进化使我们学到了一个重要的经验：拥有什么并不是最重要的，关键在于如何运用拥有的东西。我们通过感觉接收到的原始数据相对较少，但是我们能进行出色的、深入的分析，不断地从中提炼出深刻的见解。与我们相对狭小的感觉区域形成鲜明对比的是，我们的前额叶皮层的面积比黑猩猩及其他灵长类动物大很多，正因为如此，我们才能从稀少的感觉输入中获取深刻的理解。随着知识的不断丰富，我们的意识水平也不断提高：不管其他动物是否具有意识，我们人类的意识毫无疑问是最丰富的，而这离不开我们面积较大又善于分析的前额叶皮层，尽管我们的感觉区域相对较小。

所以结论是，尽管最晚出现的、更为先进的感觉区域参与了经验的方方面面，但是这些区域必须与“前额叶-顶叶网络”联合运作，才能使我们具有真正的意识。目前，很多研究者专注于将不同大脑区域与意识联系起来，但大多数的研究到此为止，不能深入研究这些大脑区域的机制以及如何对意识产生作用。当然，并不是非要通过这种方式，一个简单的方法是借鉴意识研究领域之外的一些研究者的丰盛成果，如研究“前额叶-顶叶网络”对认知所起的作用。我将在下一节论述这些研究者的成果，进一步阐明意识的形成问题。

前额叶-顶叶网络受损的患者的情况

1935年，杰出的加拿大神经外科医生怀尔德·彭菲尔德（Wilder Penfield）和他的同事约瑟夫·埃文斯（Joseph Evans）写了一份研究报告，首次将前额叶皮层与人类的认知能力联系起来。这份重要的神经科学报告饱含着感人的情感。彭菲尔德唯一的姐姐露丝由于大脑内有一个肿瘤，多年来一直饱受头痛症及癫痫症的折磨。为了救她，彭菲尔德亲自为她做手术，切除了她右半脑大部分的额叶。手术很成功，露丝在手术后的生活正常多了。但是没过几年，肿瘤又出现了，这时已经回天乏术。露丝去世后，彭菲尔德觉得露丝会愿意让别人知道自己的经历，从而对他人有帮助，所以他写了这份很有说服力的报告，详细描述了露丝失去右半脑前额叶皮层后发生的变化。这份报告为研究额叶指明了一个新方向。

尽管从很多方面看，露丝在手术后很正常，但是她确实经历了一些微妙的变化。最严重的一个问题是：她觉得自己反应有点迟钝，思维不那么灵敏了。报告中举了一个例子，形象地说明了这一点。露丝要为一位客人做饭，这个客人实际上就是彭菲尔德。在手术前，做几个复杂的菜对她来说根本不是问题；但是手术后，做几个菜让她手忙脚乱。开始几个步骤她还能应付，但是要做一道完整的菜，她就应付不来了，她不知道下一步是切菜或是把菜加热。在努力了几次后，她最后放弃了。

露丝在面对多种选择时，变得不知所措。这个例子让人想起前面提到的一种情况：当我们运用一项已经熟练掌握的技能（如网球的击球技巧）的时候，自我意识的参与反而让事情变糟糕。要执行一系列新的、没有形成组块的运动命令，我们的工作记忆空间马上会不够用，结果使动作很笨拙。同样，露丝之所以出现上面的问题，很可能是由于她的工

作记忆空间变小了，即使是形成组块的序列她也无法处理，导致她不能应付平常的情况。这种情况会时不时地带给她麻烦，因为她不能处理任何费力的、新的、复杂的事情。

这个报告只是个人经历的陈述，然而有更可靠的证据显示，前额叶皮层受损的患者确实存在工作记忆缺陷。例如，我和剑桥大学的同事对一群患者（每个患者的左半脑或右半脑的前额叶皮层受过损伤）做过关于工作记忆的标准测试。患者面前的电脑屏幕上出现8个红色盒子，其中一些盒子会闪烁一下蓝光。之后，马上让患者按闪烁蓝光的顺序点击盒子。与脑部没有受损的被试相比，很明显这些患者完成空间工作记忆的任务时存在障碍，尤其是那些外侧前额叶皮层（上一节已经论述过，这一区域与意识密切相关）受到损伤的病人。

忽视现象

在这本书开头，我叙述了父亲中风后对一半的空间视而不见。这种忽视状况，与左半脑或右半脑前额叶皮层或顶叶皮层受损有关，已经作为一种注意综合征而受到广泛关注，虽然在我看来，忽视状态同时也是最重要的意识缺陷问题，它与意识的关系比盲视与意识的关系密切得多。假设患者的右半脑受损，那么有些时候左边的空间对他来说是不存在的（由于大脑以交叉方式运作，所以右脑受损会影响左边空间的感知）。这种现象不是视觉缺陷引起的，如果给患者做视力测试，他的双眼都能看到左右空间的事物。有时候，如果左边空间发生了特别的事情，患者也能够注意到左边。但是，多数情况患者对左边空间视而不见。测试这一情况的一个经典的方法是：在一张白纸上画一条水平线，让患者在水平线中间画一条垂直线。正常的被试能很轻松地完成这个简单的任务。但是"忽视"患者总是将线画在靠近右端的地方，准确地说，是离左端3/4的地方，好像水平线的左半部分根本不存在似的。

这些患者刮脸同样只刮右边，吃饭只吃放在右边盘子里的菜。如果让他们画一个钟表，他们会将数字挤在钟的右半部，或者干脆省去7~11这几个数字。同样，如果让他们画一所房子，他们只画房子的右半部分，只有半个窗户，半扇门，半个屋顶，这个房子看上去随时都会坍塌。然而，患者意识不到自己这些行为的缺陷。

患者生活中各个方面都会出现这种情况。他们会忽视来自左边的声音与触觉，甚至连他们的想象也不例外。埃多阿多·贝斯阿克（Edoardo Bisiach）与克劳迪奥·卢扎迪（Claudio Luzzatti）做了一个很简单的实验，结果让人很震惊。让患者想象自己处在一个很熟悉的广场，如米兰的杜莫广场。先让他们想象自己正面对大教堂，然后描述他们看到的所

有建筑。患者说出脑海里记起来的所有建筑，但是只是那些在他的位置能看到的处于广场右边的建筑。然后让他们想象自己处在刚才位置的对面，背对着教堂，然后描述看到的建筑物。他们就会漏掉刚刚描述过的那些建筑物，因为这些建筑物现在处于他们想象视野的左边。然而，这次却说出原先漏掉的所有建筑物。因此，即使在想象中，患者也是完全忽视左边的空间。

不管将这种状况理解为是一种注意缺陷，或是部分意识的缺失，都强化了一种观点，即认为注意是意识的一个关键成分，起着指定方向的守门人的作用。

为了强调半边空间的忽视现象不是纯粹的视觉障碍问题，玛格丽塔·萨里（Margarita Sarri）和她的同事对忽视患者做了一个测试：当患者在功能性磁共振成像扫描仪中的时候，她会去触碰患者左边或右边的食指。有一半的时间，患者没有感觉到左边食指的触碰。不管患者有没有感觉到触碰，患者大脑皮层中负责手指感觉的区域都会被激活，但是如果患者感觉到触碰，那么未受伤的那个半脑的前额叶-顶叶网络会亮起来。

前额叶-顶叶网络受损导致意识水平下降

习惯性地意识不到一半的世界是一种意识的重大障碍，然而有一个问题：如果这些大脑区域对意识如此重要，为什么这些患者没有受到更大的损伤，为什么他们偶尔还是能够意识到左边的空间？这是由患者的额叶皮层和顶叶皮层损伤的程度决定的。

到目前为止，这一章提到的精神病例子中的患者，其大脑损伤部分只是占了额叶皮层与顶叶皮层很小的比例。多数患者只是一个半脑受损伤，充其量只影响额叶皮层与顶叶皮层组成的网络的一半容量。也有可能这些脑区很灵活，还能正常运作，比其他区域更能够适应损伤造成的后果，没有受到损伤的部分会承担更多的信息处理工作。如果整个额叶皮层与顶叶皮层都受到损坏，结果会怎样呢？患者还会有意识吗？我没有见过大脑皮层受到这么严重损伤的患者，可能是因为如此重大的损伤会直接导致死亡。然而，有少数几个案例，患者整个大脑的前额叶皮层或后顶叶皮层受到近乎彻底的损伤。这些患者的意识障碍比我之前提到的患者的意识障碍更严重吗？不幸的是，答案是肯定的。

后顶叶皮层虽然在功能上与前额叶皮层相似，但这一区域与空间处理有更多关联。左右半脑后顶叶皮层的顶部都受到严重损伤的患者，会进入一种罕见的状态，称为巴林特氏综合征（Balint's syndrome）。这种病症的患者完全没有空间感，他们失去了对整个外部世界的空间体验，对他们来说，无所谓这里和那里。这种病症的另一个特征是，患者一次感觉到的物体不能超过一个。即便如此，他们还是不能确定这个物体所处的方位，也不能感觉到这个物体到底是移向自己还是远离自己。如果有很多物体堆在一起，他们只能看到其中一件，其余的都看不到。有时候，即使对一个物体的感知都存在障碍。有一个叫凯的患者能够辨

认颜色和单词，但不能同时做这两件事，也就是说，如果他正在认一个单词，他就不能够辨别单词的颜色。虽然这种状况是由于空间识别能力出现问题，但是也反映了后顶叶皮层对工作记忆的重要性。像凯这样的患者，他们的空间工作记忆的容量下降到只有一个对象，有时候甚至还不是一个完整的对象：这个对象被分成一个个小部分，只有一个小部分能够进入意识范围。

从某种意义上说，前额叶皮层是人类最抽象、最高级的区域。彭菲尔德的姐姐被切除了右半脑大部分前额叶皮层，左半脑的前额叶皮层完好无缺，承担了原本两个半脑前额叶皮层的工作。但是，如果两个半脑的前额叶皮层都失去了，会怎么样呢？这样的例子很少，可能是因为这种情况的患者病得太严重，以致不能对其做科学研究测试。但是神经病学家鲍勃·奈特（Bob Knight）碰到过这样的患者。这个患者处于醒着的状态，但看上去像个僵尸，他没有任何意愿，只是一动不动地坐在椅子上，睁着双眼。可悲的是，他似乎没有任何有意义的意识。

这些“前额叶-顶叶网络”受到不同程度损伤的患者的情况充分说明，这些区域与注意和工作记忆密切相关，一旦严重受损，意识就会下降到很低的水平。

前额叶-顶叶网络的功能

研究者用脑成像扫描的方法研究前额叶-顶叶网络的功能，结果发现，前额叶-顶叶网络与工作记忆及注意的运作密切相关。

如果增加工作记忆的信息，或者工作记忆的各个项目之间的关系变得更复杂，或者要记住的空间位置的数量增多，在这些情况下，前额叶-顶叶网络的活动会增强。同样，注意也会影响前额叶-顶叶网络的活动。如果一个人将注意转向其他任务，或者看着屏幕的时候，屏幕上出现视觉变化，这些情况都会增大前额叶-顶叶网络的活动量。

实际上，前额叶-顶叶网络是大脑内最抽象、最高级的部分。研究发现，我们完成任何一件复杂的或新的任务，不管这项任务涉及短期记忆、长期记忆、心算还是其他高难度的认知活动，前额叶-顶叶网络都会被激活。因此，这个区域与智商关系最为密切。

这种活动模式反映了我们思想和意识的两个主要特性。第一，我们的认知活动是相互影响的。第二，这些高级的精神活动与意识密不可分。

即使是现在的心理学教材，都将工作记忆、注意、长期记忆、心算、推理等分门别类，好像它们都是各自独立的过程。然而，越来越多的研究表明，各类思维、记忆类型之间相互影响，存在广泛的关联性。

任何思想活动都会激活前额叶-顶叶网络，除此之外，还存在其他联系。例如，工作记忆与注意密切相关，工作记忆是注意过滤后高效的输出存储系统。控制工作记忆的信息量，尤其是当前任务的信息量，会影响注意的过滤过程。如果工作记忆的信息量已经满了，那么注意就会大

为减弱。尼基·普拉特（Nikki Pratt）和同事最近做了一个实验，证明了这一点。让被试完成一个经典的有关注意的任务：被试要在一组箭头中追踪某一个箭头的方向，其余的箭头指向错误的方向，起干扰作用。这个测试很难，要求被试注意高度集中。有几次测试，被试在回答箭头的方向之前，还要在工作记忆中存储一些信息。工作记忆这一额外的任务使被试完成找箭头方向这一任务的速度变慢，准确率也降低，也就是说，被试关注箭头的注意资源大大减少。普拉特通过脑电图仪还发现，在存储工作记忆项目的时候，关注箭头的注意减弱。这个发现进一步说明注意与工作记忆之间存在关联性。诸如此类的发现使当前一些著名的注意理论将工作记忆归入注意的框架之内。

传统的观点认为，大脑各个区域互相独立，一个区域负责某一类型的思维。比如，一个区域负责注意，一个区域负责工作记忆，一个区域负责长期记忆，甚至还有一个区域负责意识。现在，随着实验证据不断增多，这些传统的观念都被淘汰了。其实，如果要做最细的划分，应该是静止、自动、无意识的处理过程对应动态、灵活、有意识的处理过程。自动化处理的是那些已经被我们存储到专门的记忆区域和运动区域的作为习惯和目标的内容，这些内容通常是各种意识的产物。意识是一系列紧密联系的处理过程的集合，其主要活动区域是前额叶-顶叶网络，注意和工作记忆是其两大显著功能。本能或无意识的习惯不能完成的任务，就由意识来完成。意识以合理的方式分析和控制工作记忆的内容；如果有必要，可以从一些专门系统获取更多信息；利用多功能的重要的大脑皮层完成复杂的或新的任务，产生新的习惯，下次再出现同样的任务时就不需要由意识来完成了。

前额叶-顶叶网络、意识及组块的关系

但是，组块的过程和发现模式的过程会不会影响前额叶-顶叶网络的活动？虽然几乎所有的实验结果都显示，随着任务难度增大，前额叶-顶叶网络会变得更活跃，但是一组明确的实验结果却得出相反的结论。

我和剑桥大学的同事做的一个测验，得出相反的结论，实验过程如下。让躺在功能性磁共振成像扫描仪内的被试看一组排列成矩阵的红色方格，方格共16个，分4行排列，每行4个。其中有4个方格会依次闪烁一下蓝光。几秒钟后，要被试按闪烁蓝光的次序指出这4个方格的位置。这是一个典型的空间工作记忆的测试。我们对这个测试做了一点改动，即蓝光按两种序列闪烁。一种是任意的、无序的，就像传统的空间工作记忆测试那样；另一种利用4×4结构排列，使蓝光按方格、三角形或其他对称的有规律可循的路线依次闪烁（见图8）。后一种序列很容易形成组块。被试觉察到了这些组块，并在测试过后谈论这些可以形成组块的序列更容易被记住，因为有模式可循。

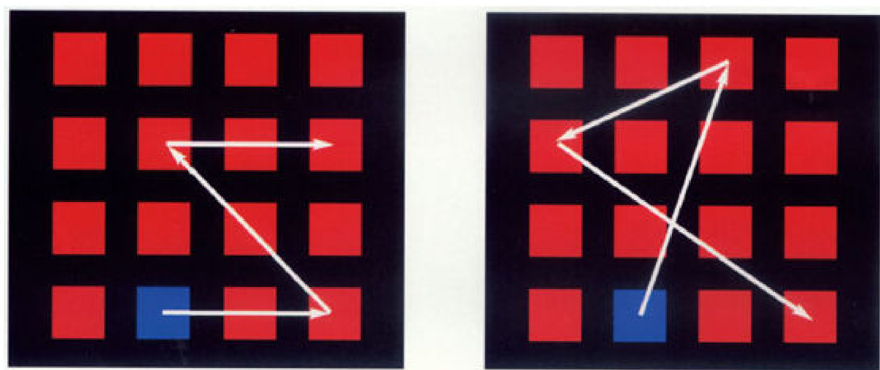


图8　功能性磁共振成像扫描仪内的被试看到按4×4结构排列的红色方格，其中4个方格按某种顺序闪烁一下蓝光，被试需要记住这个次序。左边的次序具有结构，右边的次序没有结构。

如果前额叶-顶叶网络的活跃程度由任务难度决定，那么蓝光闪烁的序列难度越大，前额叶-顶叶网络的活动就会越活跃。但是如果结果正好相反，就说明组块的过程有其特殊之处，这些有结构的、容易的序列比没有结构、难度大的顺序更能增强前额叶-顶叶网络的活动。

事实上，比起没有结构的、难度大的序列，有模式可循的、更容易的顺序能够使被试的前额叶-顶叶网络的活动更强烈。因此，在某些情况下（至少在有组块的情况下），任务的难度与前额叶-顶叶网络活动强度不是成正比。

由于这个实验结果有些出人意料，我们又重复做了一些相类似的实验，这次是用数字来做测试。被试在功能性磁共振扫描仪中听到8个单独的数字，过了几秒钟，让他们按听到的顺序重复这8个数字。有些数字按明显的次序排列，如8、6、4、2、9、7、5、3（先是递减的偶数，然后是递减的奇数）；另一些则故意排得很杂乱。结果就像上面的空间结构测试那样，有结构的数字序列更容易被记住，因为被试可以将其合并成组块，而这些序列能增强前额叶-顶叶网络的活动。

这里有一个很重要的问题：被试的反应是由于原先存在的组块的记忆（如方格、单个数字或偶数顺序这些我们从小就熟知的内容）的驱动，还是被试能够很快注意到组块，发现模式，将其作为新的、有效的方法应用到测试中。为了弄清这个问题，我们设计了一个新的实验方案，还是以语言工作记忆和数字作为测试内容，但这次不是单个数字，而是两位数的数字。这样，给被试的数字顺序很可能是他们之前没有见过的，确保他们是在寻找新的数学模式，而不是原先就存在的记忆。例如，让被试记住下面的数字序列：57、68、79、90（数字间按11递增）。另外再让他们记住没有结构的、不能形成任何组块的数字顺序，如31、24、89、65。这样的测试里同样有基于记忆的组块，目的是看

这些组块是否也能激活前额叶-顶叶网络的活动，如果能的话，强度到底有多大。为了使被试能够以记忆为基础进行组块处理，在做扫描之前，我为每个被试至少做了4个小时的训练，让他们记住20个不同的、不具有结构的4个数字组成的组块。我让他们想象自己在玩一个游戏，他们是一个中等规模的公司的新职员。刚进公司，他们必须记住公司里20个重要职员的长相、姓名、电话分机号。经过一系列不断升级的训练，他们每个人的脑子里都存有一组4个数字组成的数目。在扫描过程中，如果他们看到21、05、81、63这样的数字排列，会想起工作记忆里的内容：2105是一个电话分机号，上个星期做训练时已经熟知这个数字了；8163是另外一个分机号。这样，我们就得到3组不同的工作记忆数据：一组是具有数学结构的数字；一组是具有记忆结构的数字（由他们熟记的电话分机号的数字组成）；一组数字没有任何结构（这种情况下，被试只能依靠工作记忆，而且不能形成组块）。通过这三组数字，我们可以区分大脑区域被激活是由于数学组块还是由于建立在记忆基础上的组块。事实上，我们还有两个控制条件，一个对应记忆内容，一个对应心算内容。这两种情况都不需要被试执行数字序列的任务，也就是说，被试没有机会运用组块功能。

跟其他测试一样，比起没有结构的序列，被试更容易记住那些通过记忆或是数学方法组成组块的序列。两种类型的组块序列使前额叶-顶叶网络亮起来的程度比没有结构的序列使这一区域亮起来的程度要强很多。而且，包含数学组块的情况与相对应的受到控制的条件（被试执行心算的任务，但没有运用组块功能）相对比，前者能使前额叶-顶叶网络更活跃。同样，以记忆为基础的组块序列与相对应的控制条件（需要同等程度的记忆，但不需要运用组块功能）相比，前者使前额叶-顶叶网络更活跃。这证明，在被试执行可形成组块序列的任务时，前额叶-顶叶网络的活动不仅仅是受心算或者记忆的驱使，而是受与组块相关的其他因

素的作用。但是，将数学组块与以记忆为基础的组块相比，前者仍然使前额叶-顶叶网络更活跃，这点让我很震惊。这充分证明，包含数学组块的任务是前额叶-顶叶网络活动的最大驱动力。让一个科学家列出能最大程度激活前额叶-顶叶网络的任务，答案很可能会是工作记忆、长期记忆、心算。但是这个实验表明，包含数学组块的任务能够使前额叶-顶叶网络的活动最活跃，即使与建立在记忆基础上的组块的任务相比也是如此。换句话说，这个实验证明了很多复杂的任务都能够激活前额叶-顶叶网络，但是当被试积极寻找新模式时，前额叶-顶叶网络的活动最活跃。

另外一些研究也将组块功能与前额叶-顶叶网络相联系。致力于长期记忆研究的卡里·萨维奇（Cary Savage）和他的同事做的实验表明，如果运用类别策略记住一系列的词（比如，记住属于一个类目的所有植物或金属元素），组块功能不仅能激活前额叶皮层活动，还能提高成绩。对工作记忆进行测试，得出同样的结果。维韦克·普拉巴卡尔恩（Vivek Prabhakaran）与合作者让被试记住一些字母，如果被试通过将每个字母对应一个空间位置的方式，将字母组合成组块，那么被试前额叶皮层的活动会加强。克里斯托弗·穆尔（Christopher Moore）、迈克尔·科恩（Michael Cohen）与查恩·兰格纳斯（Charan Ranganath）做的另一个实验证明：将抽象的事物进行归类的反复训练，能够使被试在记忆的基础上将这些事物形成组块，从而提高被试的成绩，并且使前额叶-顶叶网络活动更活跃。

最近，斯坦尼斯拉斯·迪昂（Stanislas Dehaene）和他的工作团队做了一个很有意思的实验。实验显示了从有意识地发现一种模式到以一种常规的、自动的方式运用这种模式的转变。让被试在字母ABCD中发现新的序列。被试先选择A，结果显示错误；然后再选择B，结果显示正确。到目前为止，他知道这个序列的第一个字母是B。接下来他可能会

选择C作为第二个字母，结果显示错误。在这个时候，要求他重新开始排序，但至少他现在知道第一个字母是B，然后再选第二个字母。最后，通过几次尝试和犯错，他会找到这个新的序列，然后又开始新的一轮测试。开始，他对每个字母都试了一遍，这时前额叶-顶叶网络会进行大量的活动，但是一旦这项任务变得常规，没有新意，前额叶-顶叶网络的活动就减弱了。当任务可以自动地被完成时，前额叶-顶叶网络停止活动，要找到字母序列，只需要少量的意识。换句话说，这个实验表明，前额叶-顶叶网络进行的有意识地寻找模式与只需要专门的大脑区域来完成的无意识的习惯，两者有明确的区别。

上面所举例子的组块很明显，很容易被被试发现。如果被试由于某种原因不能发现组块，结果会怎样？会不会由于没有发觉这些有结构的序列而不能激活前额叶-顶叶网络？我很幸运，能够回答这个问题。我对一个很特别的人——丹尼尔·塔米特（Daniel Tammet）进行测验，他对所有的数字组块一无所知。塔米特是一个像俄国记忆天才舍雷舍夫斯基那样的奇才。与舍雷舍夫斯基一样，塔米特有极强的联觉（synesthesia）。有联觉的人通常将颜色与特定的数字相联系。但是，塔米特的情况还要特殊，他不只对前10个数字有不同的体验，而是对1万个数字产生各种不同的体验。不仅如此，他对数字的感知不仅与颜色有关，还与质地、形状、高度甚至是触觉有关。当他看到一串数字，他的体验丰富生动到不可思议的地步。塔米特还患有一种被称为亚斯伯格综合征（Asperger's syndrome）的自闭症。

塔米特在测试中能记住的数字比其他被试多很多（尽管他记住的数字已经比他正常情况下能记住的减少了一些，因为我故意将数字涂上与他的联觉相抵触的颜色，干扰他的记忆）。他刚创下一个欧洲纪录——记住圆周率小数点后的位数长达22 514位。据他所说，做到这点很容

易，最难的是他要花5个小时背出这些数字。他还有异常惊人的心算能力，例如，他能将2个两位数相除，给出的答案精确到小数点后100位数。塔米特还具有语言天赋，能在一周时间学会一种语言。虽然他患的亚斯伯格综合征使他的注意比大多数人更集中，但他那些特殊的才能主要与他对数字的体验有关，数字能引起他多方面的感觉，每个数字对他来说都是特别生动、鲜明。记住数字或者进行数字运算对他来说很容易，只要将脑海中各种光怪陆离的感觉转换成数字就行了。

我们决定在他执行包含组块功能的任务时，观察他大脑的活动情况。让他记住8个数字，其中一半具有像8、6、4、2、9、7、5、3那样的结构，另外一半是任意、无序的。实验后，我问他，这些序列里面有没有难易之分。不出所料，他认为所有的数字一样容易。因为他不像普通人，对他来说，记住8个数字的序列非常简单。但是我再问他几个问题，让人惊奇的是，他根本不知道有些数字序列具有明显的结构特征。实际上，他对各种外部结构一无所知。他的大脑活动反映的情况是：和其他被试完全不同，与无结构的数字序列相比，有结构的数字序列没有增强他的大脑活动。他也没有意识到序列的结构，没有以任何方式发现模式以形成组块，从而减轻工作记忆的负担。塔米特不能注意到组块，也就不会因这些有着明显结构的形式而激活前额叶-顶叶网络的活动。他的例子说明，为了激活前额叶-顶叶网络，我们确实需要利用组块的功能。

当然，对塔米特来说，这些数字序列也不是完全不具备结构。他可能意识不到那些可以形成数学组块的序列的结构，但由于他有丰富的联觉，从某种意义上说，每个测试都是高度结构化的，只是这种结构存在于他的脑海里，每次想到一串数字，他就会体验到很多不同的感觉。考虑到这点，不管数字序列有无结构，与普通被试相比，每次测试塔米特

的前额叶皮层的活动都要更活跃。因为对塔米特来说，每次测试（不只是有结构的序列）在某种程度上都要形成组块。因此，这个实验以两种让人意想不到的方式再次证明了组块、意识和前额叶-顶叶网络的关联性。

这些证据表明，意识与前额叶-顶叶网络密切相关。前额叶-顶叶网络不仅支持注意与工作记忆，而且支持任何新的或复杂的任务。但是要想最大限度地激活这一区域，或者说要想使意识发挥最大的功效，必须探寻某种有用的模式。我们高级的认知系统包含了组块功能。也许组块功能也是意识的核心。这种组块机制使我们跨过障碍，找到富于创新的解决办法，使我们从经常犯错过渡到熟练地掌握一种技巧，最后形成习惯。

和谐的经验

不可否认，上述内容只是粗略地描述了大脑如何产生意识。如果深入分析这个问题，就要弄清楚神经元是如何交流，从而使我们产生经验的。虽然我在前面分析了注意形成的过程，相当于神经元同盟之间为支配权而进行斗争的过程，但是神经元之间的交流还有另外一个特性，那就是使大脑细胞互相联系的活动波。观察活动波的主要工具是脑电图仪，虽然它没有功能性磁共振扫描仪这么高的空间分辨率，但是它能在每毫秒记录大脑活动，而功能性磁共振扫描仪记录大脑活动要花一两秒钟。

弗朗西斯·克里克（Francis Crick）是这一领域的先锋。作为20世纪最著名的科学家之一，克里克在20世纪50年代与他人一起发现了DNA的结构，在接下去的30年中致力于基因研究，最近20年又转向意识科学领域，他认为意识研究是生物学中最难的一个领域。

克里克一个广为人知的观点是，当神经元以某种方式和谐地运作时，意识随之产生。神经元之间亲密合作的频率是γ波频率，平均40赫兹，这是神经元运行的最高频率之一（也是注意运作时的频率）。

虽然有充分证据可以证明γ波与注意的关系，但是这个观点需要做一些修正。例如，当老鼠在全身麻醉的状态时，也可以测到它的大脑内有γ波和δ波。而且，老鼠在深度睡眠时，大脑也会产生显示这些神经元同步性的活动波。

这个结果纠正了γ波能够反映意识的观点，表明要产生意识，仅仅靠邻近的神经元以γ波的频率交流是不够的，还需要处于不同区域的神经元以γ波的频率相互联系，比如位于前额叶皮层靠前位置的神经元与

位于后顶叶皮层靠后位置的神经元之间的联系。

也可能对意识来说，γ波的速度还是不够快，需要一种“高速γ波”，频率在50赫兹左右，甚至250赫兹。这个论题现在成了意识研究领域的热门话题。这个速度太快了，如果使用脑电图仪，会受到头皮的信号干扰。但是，在切除癫痫病灶的手术中，可以将电极直接连接在癫痫症患者的大脑皮层上，方便观察患者癫痫病灶的位置。当电极与神经元直接接触，脑电图仪就能够轻易捕捉到这种高频率的活动波。有两个实验室（斯坦尼斯拉斯·迪昂在巴黎附近的实验室与鲍勃·奈特在伯克利的加利福尼亚大学实验室）都成功地运用这种技术，切除患者的癫痫病灶，患者后来能够清醒过来。这表明，这种高速的神经元活动波与意识关系甚密，与比它低的频率相互协调，这种高速波是意识产生时神经元的主要特性。为什么需要这么高的频率呢？

答案与意识的目的有关。为了使意识能执行复杂的任务，产生深刻见解，需要有两种方式的联结。第一，注意不仅要挑选合适的对象存到工作记忆中，还要将这个对象各方面的特征都综合为一个连贯统一的整体。比如，当我看到屏幕上穿红色衣服的安吉丽娜·朱莉时，我不是将她的眼睛当作一个单独的对象，将她的鼻子看成另一个独立的、不相关联的对象，将她的手、名字与声音看作另外一个对象。相反，我将她看作一个统一、复杂的整体，由各个不同的成分联系在一起。重要的一点是，虽然她由各个不同的部分组成，我还是会认出她是安吉丽娜·朱莉。

朱莉衣服的红色会呈现在位于我的大脑后部的视觉皮层上，她的脸会呈现在位于我的大脑皮层底部的梭状回面孔区（fusiform face area），她的名字和其他特征会呈现在颞叶前方的语义存贮区（semantic store），等等。很多专门的大脑皮层区域与前额叶-顶叶网络一起参与了对安吉丽娜·朱莉的辨识过程，而前额叶-顶叶网络的作用

相当于工作记忆中信息管理部门的一个临时聘用的经理。如果所有这些不同的区域都需要联合起来，共同反映安吉丽娜·朱莉这个对象，那么缓慢的神经元频率（如几个赫兹）显然不能完成这个任务，因为一时间要处理太多的数据信息。缓慢的频率（δ波）一般是全身麻醉的状态下的频率，意识的频率则完全不同，要越快越好。高速γ波产生于大脑的中心站——丘脑，然后在大脑皮层的相关区域传递，将一个意识对象的所有成分都联结起来。

产生意识的第二种联结是工作记忆各个项目的联结，目的是为了发现模式或组块，或仅仅是为了维持各个项目的序列。大脑皮层神经元的快节律能维持不同对象之间的联结，使我们在工作记忆中对这些对象进行分析和控制。

脑电图仪的精确度达到毫秒，能为意识提供精确的时间表。高速的γ波节律不是立刻反映刺激物，相反，这个时间有点延迟，因为大部分脑区要协调活动，至少需要300毫秒的时间才能完成。这个时间接近注意过滤当前目标的感觉信息所需的时间。

各种意识理论

现在，我可以在实验的基础上，对意识产生的经过做一个完整的描述。如果我看到一朵红色玫瑰，我对玫瑰的体验在1/3秒内就形成了：首先是神经元之间展开激烈竞争，结果使我的注意转向玫瑰。超快速的、和谐的神经元节律从丘脑出发向各个方向传递，使储存在大脑皮层各个专门区域的与红玫瑰有关的神经元各种信息相互融合。这个高频率、统一的意识组块同样会向前额叶-顶叶网络传递，于是经验就形成了。

但是，如果面对一项复杂的或新的任务，意识会表现出它真正的潜能。前额叶-顶叶网络的活动反映了各种活动，如忙碌的工作记忆、集中的注意和对模式的贪婪追求，这些活动的目的是为了战胜任何心理障碍。同时，大脑皮层的专门区域（如位于颞叶前端的区域）会提供具体内容，支持意识。

将来几十年，意识研究者面临的挑战是：研究神经元如何共同反映信息，什么样的神经元相互作用产生了意识。例如，信息是如何通过高速γ波在梭状回面孔区和前额叶-顶叶网络之间传递，从而使我认出女儿的面孔的？神经元反映信息过程中是如何进行解码的？如果能够在同一时间记录下不同区域的几万个神经元的活动，那么上面的问题都可以得到解决。但是，目前只能同时记录几十个神经元的活动（这些实验在人类的近亲猕猴身上开展），所以运用现在的技术，还远远不能收集到足够的数据。但是，我们有理由相信，在未来10年或20年里，技术将得到提高，能使我们发现产生意识的神经元活动的精确情况。

同时，很多科学家在实验的基础上提出了不少理论。不可否认，在

20世纪的最后一二十年里产生的一些理论相当粗糙、不成熟。例如，有一种理论似乎建立在无可挑剔的三段论的基础上：因为意识是神秘的，而量子力学也是神秘的，所以可以用量子力学来解释意识。但是最新的实验发现证明了这种理论的错误。当前各种著名理论有一个突出特征，即这些理论的基本立场都是一致的。

当今最流行的三种理论都认为，意识的产生过程是信息在大脑皮层传递的过程。但每一种理论视角不同，存在细微区别。

维克托·拉米（Victor Lamme）的“循环过程模型”（recurrent processing model）一开始就提出一个让人不快的论点：我们以为自己知道什么时候具有意识，但这种想法是完全错误的。根据拉米的观点，很多时候我们具有意识，但我们根本不知道。他不谈心理学，不谈我们能够说出或不能够说出的经验，而是围绕大脑内发生了什么这个问题展开论述。有时候，大脑的一个区域将信息传送给另一个区域，但第二个区域不会将信息反馈到第一个区域。另外一些时候，会出现“循环的过程”：两个区域交换信息，实现双向交流。拉米认为，只有第二种情况的神经元活动才会产生意识。如果这种双向交流在专门区域之间进行，如不同的视觉皮层区域，那么会产生某种程度的意识，但这种意识程度还不够，不会产生“啊，这里有一朵红玫瑰”这样的意识。但是如果这种双向交流延伸至前额叶-顶叶网络，就会产生完全的、深层的意识，我们就能说出自己看到了什么。

拉米认为意识层次的信息传递需要“循环过程”，这是一个很合理的观点。但是，拉米坚持认为，当我们确信自己没有意识到什么的时候，我们仍然是有意识的。为了建立一种连贯的理论，怀疑经验的可信性固然是可以的，但是完全忽视了自己试图解释的事情是不理智的。经验的复杂性决定了我们感受周围世界的方式，拉米拒绝承认这点，因此他的

模型不能深入解释意识的本质和目的。

最符合现有数据的模型，也是我在这本书中一直讨论的意识观点，是由斯坦尼斯拉斯·迪昂与让·皮埃尔·尚则（Jean-Pierre Changeux）提出的神经元全局工作空间模型（the global neuronal workspace model）。这个模型在很大程度上是伯纳德·巴尔斯提出的全局工作理论在神经元领域的应用。根据巴尔斯的理论，意识相当于工作记忆，类似于舞台上的聚光灯，或者类似于画在具有多种功能的认知白板上的涂鸦，它只存在一两秒的时间，但是意识能够从庞大的无意识知识储备中提取工作记忆项目，并对其进行控制。

神经元全局工作空间模型同样将大脑分为专门区域与多功能区域。大脑网络的专门区域存储记忆，接收来自感觉的数据。这个区域的神经元缺乏联系，当我们完成一项轻松、自动、基本上是无意识的任务时，只要这些神经元就足够了。处理视觉信息的颞下皮层就是其中一个例子。多功能区域在大脑网络中心，包括前额叶-顶叶网络和丘脑，当执行一项艰难的任务时，这些区域就开始活动，使整个大脑皮层同时被激活。这一核心区域包括很多神经元之间的远程联结，使神经元工作空间从位于大脑网络外面一层的专门区域吸收专门知识。如果有必要，前额叶-顶叶网络和丘脑还可以控制和改变专门区域的活动，从而进行复杂的信息处理，完成困难的任务。这个中心区域的活动，尤其是前额叶-顶叶网络的活动，产生了意识。

以一个区域与其他区域相连接的程度作为标准，前额叶-顶叶网络中的主要区域——外侧前额叶皮层是最高级的区域，虽然后顶叶皮层和丘脑在这方面也不比前额叶皮层落后多少。所以，前额叶-顶叶网络和丘脑一起构成核心区域，从其他区域收集信息，执行最复杂的任务，经过信息处理使我们产生经验。

因为迪昂的模型与实验神经科学证据关系密切，所以很多人都指责他没有进一步挖掘意识的本质。

第三个理论是由朱利欧·托诺尼（Giulio Tononi）提出的“信息整合理论”（information integration theory）。这个理论的研究方向与其他两个相反，只讨论意识机制，而不谈大脑运作的具体情况。信息整合理论是目前最抽象、目标最为远大的理论。[1]作为一种数学理论，信息整合理论试图将意识与信息本质联系起来。前面两种模型都是以大脑皮层网络的活动为基础，而托诺尼的理论能应用到任何具有节点（nodes）的网络，不管是相互联结的神经元，还是计算机晶体管，或者是任何你能想到的载有信息的对象。在托诺尼看来，意识网络的容量与它能反映的不同类型的信息量以及这些信息能否有效联结直接相关。在一个网络中，节点越多（只要这些节点与其他节点密切相连），信息相互联结的形式就越多，这个网络产生意识的能力就越强。[2]

这个模型很简单，却很有说服力，清楚地解释了注意的运作原理：将一个对象的各项信息相互联结，形成统一的整体。这个模型也能解释前面提到的神经元全局工作空间模型，神经元全局工作模型也关注集中相互关联的各类信息的、密集的中心网。

根据信息整合理论，像小脑这样的区域对意识的产生没有多少作用，因为小脑只有少数的神经元联结。而像初级视皮层这样专门的大脑区域对意识的产生只起到了很小的作用，同样是由于初级视皮层处在网络边缘的原因。相反，前额叶-顶叶网络由于内部联结紧密以及与很多专门区域密切相连，能够产生高层次的意识。

没有前额叶-顶叶网络，我们只能处理单个信息。例如，安吉丽娜·朱莉衣服的颜色作为一个数据，她的声音是另一个完全不同的特征，等

等。但是，由于联结密集的前额叶-顶叶网络的作用，以及注意将各项特征相连接，这样产生的信息的丰富性远胜过单个数据的集合，而意识也在这个过程中产生。

这个网络能够容纳多少信息量与其拥有多少不同的活动状态是一致的。实际上，这也意味着我们有多少种不同的经验。我们认为狗比我们低等：如果是同样的信息输入，由于我们的前额叶-顶叶网络具有强大的分析能力，我们能够以很多不同的方式将各种感觉数据联结起来，因此，我们的经验范围要比狗大很多。

几个世纪以来，困扰哲学家的关于我们的精神世界的两个问题是：为什么意识是主观的？我们的大脑是如何让我们体验到各种感觉的（从看到一朵红玫瑰的感觉到听贝多芬交响乐的感觉）？托诺尼确信自己的理论能够解决这两个问题。

托诺尼认为，意识具有主观性——我的经验只属于我自己，他人无法感觉到——是意识最主要的特性，他的理论也会证明这一点。如果意识只是大脑网络最密集的那部分的活动产生的，为什么我的意识能够延伸到我的大脑之外，和另一个人的意识相连通？首先，没有一个网络能做到这一点。即使这种联结是可能的（如我通过某种神经移植将我的大脑与另一个人的大脑联结起来），如果这种联结很微弱，那么就产生了两个网络、两种意识，两者之间有着微弱的经验联结。这种情况跟连体双胞胎塔蒂亚娜与克丽丝塔的情况很相似，她们是两个不同的个体，有时候一些感觉可以共享。因此，主观性绝不是哲学难题，只是反映了紧密联系的网络产生复杂统一的信息项目的方式，我们把这种可计算的过程称为意识。

是什么使我体验到各种感觉？为什么我看到女儿眼睛颜色是深棕

色？为什么我能听到她那甜美的叽里咕噜的说话声？当我抱她去睡觉时，抚摸她柔软的脸颊，为什么会有种特别的感觉？根据托诺尼的理论，我们的体验来自某些特定的感觉，这些特定的感觉在有着互相连接的信息形式的巨大空间占据了某个点。我女儿眼睛的颜色在我看来是深棕色的，是因为这种颜色与我看到的其他颜色产生信息对比，类似的信息内容会引发类似的体验。但是我对这种颜色的体验与其他感觉体验完全不同，由于信息内容不同，感觉也会很不同。因此，我们具有的每一种体验，都是一组独特的信息，有鲜明的特性，与其他体验不同。

有人可能会说，这些大胆的意识观点与哲学论点同样正确或同样错误。我想托诺尼会第一个承认，他的理论虽然推理严密，但目前只是提供了意识研究的框架。信息整合理论的某些推论有些怪异，与神经科学一些数据不一致。例如，这个理论没有以任何方式将不断增强的神经活动与意识的产生联系起来，所以根据这个理论，静止的大脑也可能产生高层次的意识。这个结论与我在这一章讨论过的所有研究结果都是相矛盾的。而且，这个理论没有区分无用的、不具备模式的信息形式和具有高度结构、深刻见解的组块，我已经重复提过，后者是意识的标志。

但是，托诺尼与哲学家不同，他提供了一种大胆的、具有启发性的观点，以科学的方法探索深奥的意识问题。这个理论能够在网络结构和变化状态的基础上，计算出动物或机器人在某个特定的时间存在的意识的数值，所以马上有人利用这理论做了很多有趣的实验。但是，要计算出这个“意识的数值”需要太多的运算，如今最先进的计算机都无法做到，即使是对一些简单的只有少数神经元的动物做实验，都无法得到这个数据。所以，目前要将这个理论付诸实践，还存在很多限制因素（尽管我会在下一章讨论科学家运用各种方法得到意识数值的近似值）。

事实上，所有意识理论存在一个普遍的不足之处：过于关注数学或

神经生理学数据，而忽略了意识的心理学成分。在我看来，将来的理论要将注意作为意识研究的关键因素，而不是像现在一些科学家那样，将注意看作一个独立的过程。如果能够将工作记忆也包含到意识研究中（目前只有神经元全局工作空间理论做到这一点），那么结果将更可信，例如组块过程作为意识的基本成分，能够解释我们的意识为何能产生如此富于创见的思想。

最后，检验这三种模型的正确性的方法是：这些模型是否能预示意识的心理特性及相应的神经活动情况，而这些内容在将来的实验中会得到证明。目前的理论，尽管有远大的目标而且方向一致，但只是处于意识研究的起步阶段。

[1]由杰拉德·埃德尔曼（Gerald Edelman）和阿尼尔·塞思（Anil Seth）提出另外两个理论与信息整合理论很相似，同样试图将意识与大脑处理信息的复杂性相提并论。我在这里选择信息整合理论，因为它在三者中最著名，论证最详实。

[2]在这个模型中，联结越多，连通性越强，越理想。关键是，这个网络有多少种不同的状态。通过对称结构可以较好地说明这个问题。例如有27个节点，按3×3×3排列，形成一个立方体。如果每个节点都与其他任何一个节点联结（或没有任何一个节点与其他节点联结），那么角落里的一个节点发亮的程度与其他节点是一样的。但是如果换种情况，每个节点与其他26个节点中的5～20个节点联结，那么角落里那个节点发亮的程度就是独一无二，因为没有其他任何一个角落里的节点的结构与这个节点相同，因此它的信息状态是独特的。由于这个立方体的联结不是对称的，因此能反映最多的信息。

解释经验

意识理论即使还存在一些重要分歧，但已经为我们展现了一副令人兴奋的画面。意识理论第一次完整地解释了意识的起源和作用，以及经验的精神构架和神经学基础。

我们上学时都学过，生命存在需要一整套的化合物，这些化合物的比例要恰当，像水、碳的比例。这些成分很重要。但是，更为重要的是，在为生存和繁殖进行的斗争中，在基因不断调整以适应环境的过程中，生命体还有收集信息的压力。所有生命体都是生物计算机，通过不断获取各种有用的知识从而在世界上获得立足之地。所有成功的生命体通过储存在DNA上“想法”，获取重要信息。

在所有生命体中，动物的学习能力最灵活。它们收集重要的新信息，使自身生存并适应环境的变化。它们不仅将信息传给下一代，而且在自己的生命周期里不断更新信息。我们人类刚出生时很脆弱，只有少数几种本能和感觉，但是人的思想是开放的。在我们的一生中，我们吸收了无数的信息。一些简单的特性不需要意识就能被觉察到，但是通过注意，我们在十分有限却非常灵活的意识工作空间汇集了最有用、最新、最复杂的信息。在这个充满经验和思想的空间，我们获取见解，发现世界上隐藏的规律，从而了解世界并征服世界。我们的意识做到了这一点，意识存储了无数我们可以检索和控制的信息。我们的大脑巧妙地紧密相连，信息可以很容易地从存储各种专门知识的区域传递到其他区域，这些区域没有某一特定的功能，但与大脑其他部分紧密相连，因此通过神经活动的高频波，信息可以在大脑内流通。通过丘脑以及前额叶-顶叶网络内的神经元忙碌工作，我们不仅将红色与某个简单的形状相联系，我们看到的是一朵鲜艳的红玫瑰，我们闻到玫瑰的香味，还将玫瑰

与某个浪漫的恋人相联系（我们刚将一朵玫瑰送给这个恋人，并希望与她共度今后的人生）。

弄清楚意识的心理学特性和神经学特性后，我将论述如何运用我们的经验。首先，我将分析一些患者的意识，这些患者不能通过语言叙述自己的感受。然后我将论述有关经验的新的科学观点。

第6章　解读动物的意识

温柔的黑猩猩与反复无常的倭黑猩猩

位于英格兰多塞特郡的“猴子世界”是世界上最大的灵长类动物营救中心。中心照管的灵长类动物有红毛猩猩、长臂猿、猴子、狐猴，但以黑猩猩居多（有60多只，这里是除非洲之外黑猩猩最多的地方）。这些黑猩猩之前大多无人照管或遭受虐待，如今得到工作人员的精心照顾，过得快乐自在。“猴子世界”很受欢迎，很多电视纪录片都在这里拍摄，记述了发生在中心里的各种趣事。下面的故事便选自其中一集纪录片。

几年前，工作人员在黑猩猩奥林匹娅体内装了节育器（中心其他雌性黑猩猩也都装有节育器）。但奥林匹娅不知怎么拿下了节育器，而且很快就怀孕了。女儿赫柏出生后，奥林匹娅一直很尽责，但过了一年，它没有乳汁了。工作人员做了一个艰难的决定：将赫柏带走一阵子，用人工方式喂养它。六周之后，再让赫柏定期与奥林匹娅见面，但每次见面时间都不长。工作人员希望，等到赫柏不再需要喂奶了，再让它回到奥利匹娅身边。当时，“猴子世界”的负责人是吉姆·克罗宁和艾莉森·克罗宁夫妇（很遗憾，吉姆现已去世）。他们很担心，不知道这对黑猩猩母女见面时会有何反应。因此决定先试探一下。经验丰富的管理员杰里米·基林与赫柏待在一间特殊的育婴室里，当奥林匹娅被带进来时，赫柏紧紧地贴着杰里米。

奥林匹娅进房间之前，焦躁不安地贴在门上，它知道女儿就在里面。门一开，它立刻进去，想从杰里米手里把女儿抱过来。但赫柏不太认识它，显得很心烦，死死抓住杰里米。奥林匹娅没有泄气，开始想办法。她表现得很淡定，走到房间的一个角落里，用稻草做了一个漂亮而

舒适的小窝。赫柏慢慢发觉，这只大黑猩猩并不危险，还有可能与自己有特殊关系。她离开杰里米的怀抱，向妈妈和舒适的小窝走近了几步。但是，当奥林匹娅靠近它时，它又改变了主意，转身跑向杰里米。

于是，奥林匹娅又想了一招。当赫柏和杰里米待在桌子旁边时，奥林匹娅便蹲在桌下，热情地伸出胳膊，万一赫柏想扑过来玩，随时可以接住它。但赫柏还是不为所动。奥林匹娅接下来的新招就是假装不理赫柏，而是专心地梳理杰里米浓密的胡须。赫柏终于不再紧张，让奥林匹娅轻柔地抚摸自己的手臂。奥林匹娅仔细地上下打量赫柏，好像在确定女儿一切都好。事情总算有点进展了，但奥林匹娅仍然没有得到渴望的拥抱。于是，奥林匹娅试了最后一招：假装离开。她向房间外面走去，打开一扇金属笼门，再从外面把门关上，在这个过程中，她一直在观察女儿的反应。这次差点就要如愿以偿了：赫柏离开杰里米，迅速地跑到门口，似乎不想让妈妈走。奥林匹娅马上打开笼门，伸出双臂想要拥抱它，但赫柏又紧张起来，跑回到杰里米身边。工作人员结束了它们的第一次会面，伤心的奥林匹娅与其他黑猩猩还在思索这件事情。一两天后，进行了第二次会面，这次比第一次顺利多了。

上述例子中黑猩猩的行为可能是没有意识的，但也可能黑猩猩确实具有我们推测的那些想法和感觉：深爱着女儿的黑猩猩妈妈平静地接受了孩子不再认识自己的事实，然后想方设法安抚年幼受惊的孩子，让孩子记住自己，最终重回自己的怀抱。

倭黑猩猩是黑猩猩的近亲，至少在智力上不亚于黑猩猩。倭黑猩猩的行为同样显示出它们具有强烈的意识，甚至和人类的意识相差无几。苏·萨维奇-朗博（Sue Savage-Rumbaugh）的研究证明，倭黑猩猩具有语言学习能力。苏与罗杰·卢因（Roger Luwin）合著了一本书——《坎兹》（Kanzi），在这本书中，苏讲述了一只名叫玛塔塔的成年雌倭黑

猩猩的故事。

有一次，我把一个陌生人介绍给玛塔塔。出于嫉妒，玛塔塔坚决不让她碰自己喜欢的任何东西，如毯子、碗、食物、镜子。一天，我们一起坐在地上，玛塔塔把空碗递给我，发出声音，示意我弄点吃的给它。我答应了，离开房间，但没有接过它的碗。不到五分钟，我就听到玛塔塔的尖叫声。当我冲回房间时，看到我的朋友端着玛塔塔的碗，而玛塔塔正对着她尖叫，一副要咬人的样子。玛塔塔看看我，又看看我的朋友，再看看碗，尖叫个不停。她在暗示，有人趁我不在时抢走了它的碗，我应该站在它这边，一起对付抢走碗的可恶的家伙。当然，我的朋友解释了事情的经过：她其实什么也没做，是玛塔塔把碗塞到她手里，然后大声尖叫，好像受了什么委屈。

玛塔塔见我俩在谈论，知道自己的诡计没有得逞，一副垂头丧气的样子。它不再尖叫，而是走到房间的一个角落里，专心梳理自己的毛发。

上面两个例子表现了复杂行为的两个极端：黑猩猩温柔体贴，倭黑猩猩反复无常、占有欲极强。这两个例子生动有趣，证明了非人类物种也过着复杂而有意识的生活，跟人类相差无几。但我们如何才能确定人类的近亲具有意识呢？而要证明那些简单的、与人类的关系疏远得多的生物具有意识，就更困难了。

在这一章中，我将阐述我们在判断没有语言表达能力的生物是否具有意识方面取得的进展（主要以动物为例）。人们凭直觉认为，就算其他动物确实具有意识，但是人类的意识有其独特之处。关于这个问题，我也会在这一章中讨论。

我将从两个主要角度进行论述。第一，动物的哪些行为最能体现它

们具有意识，而这些行为在人类身上也可见到。第二，对所有生命体而言，大脑哪些结构和功能与意识关系最密切。

狡猾的乌鸦

我们如何判断像猪这样的动物是否具有意识呢？它们在痛苦的时候会尖叫，似乎表明它们是有意识的。但怀疑论者会说，这也可能只是一种行为反应，动物在承受一定压力时自然会发出尖叫，这不能证明它们具有意识。动物无法用语言告诉我们它们是否有意识，这一显而易见的重要事实意味着，怀疑论者的观点从理论上说是完全成立的。

与动物受折磨时的反应相比，动物的另一种行为更能证明它们具有意识，即很多动物都会感到无聊。在探讨动物意识问题时，这一点常常被忽视。人类贪婪地追求信息，而很多其他物种同样渴望掌握一些必要的知识。把动物关在乏味的实验室笼子里，或黑乎乎的、简陋的农场围栏中，或空荡荡的动物园中，很多动物很快就会感到有压力。它们会走来走去，或显得百无聊赖，整日昏昏沉沉。长时间处于这样的环境中，很多动物会表现出类似于人类自我伤害的行为或精神病症状。鹦鹉会啄光自己的羽毛，老鼠会一点点地啃掉幼崽的耳朵，猴子会咬掉自己的四肢。这些虐待行为与动物经常挨打同样令人不安。

很难判断这些例子中动物感受到的痛苦程度，因为这些痛苦不包含智力因素。要证明动物具有意识，更直接的方法是证明动物具备一定的智力水平。证明动物的智力不必以人类的近亲——类人猿为例。尼基·克莱顿（Nicky Clayton）一直在研究鸦科动物，包括乌鸦、渡鸦、松鸦与喜鹊。这些鸦科动物与鹦鹉一样，都是鸟类中的天才，它们的大脑在整个身体中占了较大的比例。以大脑与身体的比例来说，鸦科动物与黑猩猩差不多，尽管鸦科动物大脑的体积只有核桃大小。鸦科动物是鸟类中的爱因斯坦，过着复杂的社会生活，有严格的社会等级，甚至有社交游戏。

克莱顿观察鸦科动物储藏食物以备将来食用的习性，从不同的角度研究它们的精神生活。众所周知，至少某些鸦科动物有着惊人的记忆力，能够记住几个月前储存的数百种食物的地点。克莱顿和她的同事还发现，鸦科动物会为将来作打算。例如，灌丛鸦和人类一样，喜欢多样化的食物。如果它们知道实验人员在第二天早上只会给它们一种食物，那么前一天晚上它们就会存起另一种食物，确保12个小时后的早餐有不同的食物可供选择。克莱顿甚至证明，鸦科动物能够清楚知道其他鸟的想法。例如，灌丛鸦如果有机会，会观察别的鸟储存食物的地点，然后趁它们不注意，偷走食物。但是，如果灌丛鸦发现自己被另一只鸟盯上了，它会很生气，换个地方藏食物，以戏弄偷看的那只鸟。你可能会认为灌丛鸦的行为只是一种本能，其实不然。灌丛鸦学会了如何从别的鸟那儿偷食物之后，当它发现别的鸟在偷看，就会换个地方藏食物；但如果是配偶在偷看，它就不会再重新找地方藏食物了。灌丛鸦隐瞒藏食物地点的行为反映了它具有一系列清醒的意识。首先，它懂得利用别的鸟的辛勤劳动，偷走它们的食物，使自己多了一个食物来源；然后，它认识到如果自己可以偷走别的鸟的食物，那么其他的鸟也能偷自己的食物；最后，当它发现另一只鸟在偷看，它会认为那只鸟想偷它的食物，于是想办法换个地方藏食物，以迷惑那只鸟。

克莱顿还发现，新喀里多尼亚的乌鸦还会以极其复杂的方式使用工具。例如，这些乌鸦能够使用一系列工具获取食物。其中一个例子是这样的。乌鸦用一件短的工具从一个细管中勾出一件长的工具，再用这件长的工具勾出第三件更长的工具，最后用这件最长的工具直接获取食物。实验中的乌鸦是自愿进入实验区域的。这些乌鸦之前偶尔单独使用过某件工具，但是它们从没有见过将这些工具连起来使用，没有任何人向它们做过示范。三只参与实验的乌鸦中，有一只叫贝蒂的乌鸦在第一次尝试时就成功地综合运用三件工具获取了食物。另外一只叫皮埃尔的

乌鸦也通过了测试，但它用的方法是实验人员始料未及的：在尝试了一番后，皮埃尔暂时飞离实验场所，很快又回来了，带来一根长树枝，用这根长树枝正好可以将最后一件最长的工具勾出。这样，皮埃尔只用了两件工具（而不是三件）就获取了食物。乌鸦能够灵活地使用工具，这说明它们具有清晰的概念，还会进行筹划。

另外一个鸦科动物使用工具的例子，来自《伊索寓言》中乌鸦和水罐的故事。一只乌鸦快要渴死了，这个时候，它无意中发现一个盛满水的大水罐。但是乌鸦无法够到水，因为罐子的口子太小，乌鸦的嘴伸不进去。过了一会，乌鸦灵机一动，将很多小石子放进水罐，水满上来后，乌鸦就喝到了水。这个寓言并非虚构。实验人员以秃鼻乌鸦为实验对象做了一个实验。同样，实验人员没有做任何示范，乌鸦要靠自己来解决难题。大部分秃鼻乌鸦在第一次实验中就知道要往杯子里投石子，使水位上升，然后吃到漂在水面的食物。为了排除随机行为的可能性，实验人员观察到，这些秃鼻乌鸦一旦获得食物，就不再往杯子里投石子了；而且，它们喜欢挑选效果更好的大石子，而不是小石子；另外，如果杯子里装的是沙子，不是水，它们就不再浪费时间，往里面投石子了。[1]

其他动物也毫不示弱。丹尼尔·汉纳斯（Daniel Hanus）及其同事观察到类人猿比乌鸦更狡猾。实验过程如下。一只杯子里面只有少量的水，一颗花生浮在水面上，只有往杯子里加水才能取到花生。附近唯一可以利用的工具是一台饮水机。有16%最聪明的黑猩猩发现了饮水机的作用，并且在第一次尝试时就想到解决的办法。它们用嘴巴接住饮水机里出来的水，然后将水吐到杯子里，这样连续几次，花生慢慢浮上来，就能吃到了。一只黑猩猩急于获取花生，想出一个别出心裁的办法：直接往杯子里撒尿。这种不同寻常的方法使这只黑猩猩很快取到花生，它

好像一点不在乎花生在尿里浸泡过，一拿到就马上放进嘴里吃了。

有趣的是，这个研究团队之前做的一项研究发现，参加测试的5只红毛猩猩在第一次尝试时都能顺利完成任务，暂时证明与人类关系稍微疏远一点的红毛猩猩是我们灵长类近亲中最聪明的。更让人惊奇的是，我们4岁大的孩子在这项实验中输给了黑猩猩，只有到了6岁才能胜过黑猩猩。

几乎可以肯定，要完成这种高难度的任务需要较高的筹划能力和想象力，需要具备活跃的思维。乌鸦其实就是长着羽毛的灵长类动物，它们能够以复杂的方式使用工具。这是不是证明它们是有意识的？类人猿也有类似的智能，乌鸦与类人猿的意识水平相当吗？根据它们的行为，我们可以肯定，鸦科动物和类人猿在非人类动物中是最聪明的，它们的创新才能表明它们应该是有意识的。但这还不够，我们无法知道它们的内心世界，因此不能确定它们具有意识。

[1]有关乌鸦使用工具的录像，登录www.thenakedscientists.com/HTML/content/interviews/interview/1202/和www.newscientist.com/article/dn17556。

动物有自我意识吗

另一种判断意识的办法，就是提高意识的标准。一般来说，自我意识达到一定程度，就能够认出镜子中的自己。因此，如果一种动物能够通过镜像识别测验，那么这种动物毫无疑问是有意识的。

常规的方法是，在动物脸上画一个彩色圆点，圆点的位置要在镜子里才能看到。如果它认出镜中的影像就是自己（大多数动物能做到这一点），它会去擦脸上的圆点，至少也会转动身体，以便看得更清楚。这种行为是具有自我意识的表现。但问题是，不管这个动物是否具备自我意识，它可能会由于其他原因而不能通过测试。比如视力太差，或者观察的角度不对，或者就算看到脸上的标记，也不想理会，不去擦掉圆点。人类的婴儿一般在18~24个月大的时候才能通过镜像识别测试。通过这个测试的其他动物有黑猩猩、红毛猩猩、大猩猩、大象、猪（通过了一个经过改进的测试），甚至有一种鸦科动物——喜鹊也能通过测试。我认为，通过镜像识别实验足以证明这种动物具有意识。但是坚定的怀疑主义者仍会反驳：动物没有办法告诉我们它们具有意识，它们只是做出复杂的反应，并没有任何体验，因此它们没有意识和感觉。

但是，如果要有确凿无疑的证据才能证明意识的存在，那么我们除了能证明自己的意识以外，无法证明其他任何人的意识。因此，我认为在判断动物有无意识这个问题上，还是实际些比较好。虽然有限的证据不足以确定动物是有意识的，但我们可以将通过镜像识别测验作为具有意识的有力证据。

动物不能告诉我们它们的意识水平，非人类生物怎么能告诉我们它们具有意识呢？事实上，一些有创意的研究者设计的实验能够证明其他

动物具有意识，甚至表明这些动物的意识水平超出了纯意识，它们能够意识到自己是有意识的。换句话说，它们具有元意识（meta-awareness）。这些动物不但具有意识，而且它们的意识相当复杂。

例如，双眼竞争实验中的猴子经过训练，通过按下不同按钮的方式，告诉我们它们感受到的不同图像交替呈现的视觉体验。猴子看到的不断交替出现的图像与我们看到的图像是一样的。怀疑论者很难否认这是具有意识的表现。

根据赌博性选择判断有无意识

还有更有说服力的证据，证明猴子能表达自己内心的想法。纳特·科纳尔（Nate Kornell）及其同事做了一系列的测验，测验过程如下。让猴子看电脑屏幕上出现的一组圆点，其中一个圆点比其他圆点稍微大一点，要求猴子选出稍微大一点的那个圆点。实验人员让猴子在两个按钮中选择，一个是安全按钮，一个是高风险按钮。如果答案正确，高风险按钮的回报率也很高。选择高风险按钮的话，如果猴子之前选择了正确的圆点，计数器上会增加3个代币；如果之前选择的圆点是错误的，就减去3个代币。当计数器上的代币数量达到12个，就奖励猴子一个香蕉球。如果选择安全按钮，不管它之前的答案是对是错，计数器上都会增加一个代币。

明智的做法是：对答案有把握时，选择高风险按钮；没把握时，选择安全按钮。这个道理听上去很简单，但要理解需要一定的心智能力，要对自己的判断有一个清醒的认识，知道自己哪个决定是正确的，哪个决定不一定正确。猴子在美味的零食的诱惑下，很好地完成了这个任务。如果之前选择的圆点是正确的，多数情况会按高风险按钮；选择的圆点不正确，一般会按安全按钮。猴子在做过这个测验后，没有再做进一步的训练，就能轻松地将这种判断能力应用到其他任务中，如与工作记忆相关的一些任务。在对自己的选择没有把握时，猴子还会要求给点提示，这进一步证明猴子具有判断自己的知识水平的能力。例如，在学习一个复杂的序列时，开始它们会要求多给些提示，一旦掌握了序列的规律，它们就很少要求给提示了。

事实上，猴子能够认识到自身的能力，并能正确地运用这种能力（当对自己的认识很有把握时，就冒险赌一把；对自己的决定没有把握

时，则选择保险的做法），在这点上与人类不相上下。我们将完成这样高级的任务作为自己具有意识的标志，而猴子也同样具有这方面的能力。

观察猴子在完成赌博性选择任务的过程时大脑的运作情况，能进一步证明猴子与人类有某些相似性。如果猴子做这些选择是有意识的，我们就可以观察到猴子大脑内与意识相关的区域内的神经元活动，这些神经元活动的激烈程度直接反映出猴子对自己决定的自信程度。到目前为止，我们只观察到猴子前额叶-顶叶网络后部即后顶叶皮层的神经元活动，与猴子对决定的自信程度直接相关。

类人猿也有这种能力：有把握时选择高风险选项，没把握时选择安全选项。甚至是老鼠，也能完成类似的、较为简单的任务。

通过这些实验，我认为猴子以及其他一些通过这个测验的动物都具有一定程度的意识。猴子完成赌博性选择实验表现出来的能力跟我们人类相差无几。因此，要想证明我们人类具有丰富的意识，而其他物种的意识相对要弱很多，我们必须找到其他证据。

动物的组块能力

到目前为止，这些行为研究都试图证明其他动物具有某种形式的意识，但这些研究实验都回避意识的质量问题，即动物是如何运用它们的意识的？一个与本书观点相关的问题是：其他动物运用组块的能力如何？人类不是唯一能进行结构化学习的动物，连老鼠都具有简单的组块能力。在老鼠面前放12个开口的袋子，每个袋子里放1种食物，总共只有3种食物。老鼠会根据食物的种类，对12个口袋进行分组，然后直接跑向放着它们最喜欢的食物的4个口袋。甚至连鸽子也具有基本的组块能力。例如，赫伯特·特勒斯（Herbert Terrace）训练鸽子记住一个不同颜色的序列，或是一个不同颜色和白色模型组合而成的序列。鸽子要在选中的颜色或白色模型上面啄一下。为了得到食物，鸽子必须记住不同颜色的序列。经过120个时间段的艰苦训练，鸽子终于能够准确记住5种颜色的序列。这个难度对于鸽子来说，相当于我们攻读学位的难度。如果将序列分为2个组块（如，先是3种不同的颜色，然后是2个白色模型），鸽子记住这样的序列要容易很多。但这不仅仅是记住2种不同刺激物那么简单：如果将颜色与白色模型穿插起来，如模型、颜色、模型、颜色、模型，那么鸽子记住这一序列就很困难了。这种将一个序列的组成部分进行分组的能力与人类的组块能力相似。

但是，具有组块的能力，与发现并有条理地运用组块的能力完全是两回事。其他动物或许能够认出镜中的影像，能够筹划未来，能够记住过去的事情，甚至能够意识到自己是有意识的，但人类（即使是蹒跚学步的婴孩）让其他动物黯然失色的一个关键因素，是我们具有强大的组块能力。具体来说，我们组块的能力越强，表明我们建构的意义层次越高。这一点连我们的灵长类近亲——黑猩猩也难以企及。

观察其他动物如何玩耍也可以证明这一点。研究人员做了一项实验，实验对象包括一组黑猩猩，年龄从15个月到成年不等；一只处于发育期的倭黑猩猩；还有几个人类婴孩，年龄从6个月到2岁不等。研究人员随机选择6样物品给这些实验对象，如杯子、圆环和棍子等，颜色为红色、蓝色和黄色。实验人员只要观察实验对象怎么玩耍，并把这些实验对象移动或组合物品的方式记录下来，从中可以看出很多信息。从表面上看，这些物品都是独立的，一次可以玩一种物品。其实，从中可以挖掘出更深的内涵。例如，这些物品都可以按照形状、大小、颜色来分类；也可以根据两种属性进行组合，如把所有红色圆环归在一起。此外还有更高级的分类方式，如把所有红色圆环根据大小区分开来。此外，不同的物品之间也会产生各种关系。如把棍子和圆环放进杯子里，或将棍子穿过圆环。

如果只是玩耍单个物品，人类的婴孩和同龄的灵长类动物在这方面的能力不相上下。然而，一旦提高难度，进化的差异就显现出来了。黑猩猩和倭黑猩猩能够根据属性（如颜色或形状）来区分物品，但它们学会这些概念的速度比人类慢很多。而且，与人类相比，它们对意义复杂程度的理解也很有限。例如，一个2岁大的婴儿能够伸出一只手握住杯子，再用另一只手从一堆随机摆放的餐具（包括大勺子和叉子等）中抓起几把小勺子，最后把小勺子放进杯子中。婴儿的这种动作很常见。把小勺子放在一起，说明婴儿对单个物品至少有两个概念层次，因为他是根据物品的两种属性归类的。而把小勺子都放进杯子里，表明他能把一组相同的物品与另外一种物品联系起来，这是他认知水平的又一表现。这些看似简单的动作说明，人类大大超越了任何年龄阶段的其他灵长类动物。当然，这个实验较为简单，人类能够很快学会更复杂、分层次的概念和行为。

研究人员还做了一系列更为正式的实验，测验实验对象的组块能力。让11～36个月大的人类婴孩、成年黑猩猩、倭黑猩猩、僧帽猴完成一项简单任务：给每个实验对象一组由3个杯子组成的套杯（一种普通的儿童玩具，见图7）。研究人员向实验对象反复示范这项任务：将最小的杯子放到中等大小的杯子中，再将这两个杯子放进最大的杯子中。最后，研究人员将3个杯子还原，让实验对象照示范的过程做一遍。对人类婴孩来说，这是项很有用的能力测试。大多数1岁左右孩子会把其中一个杯子放进另一个杯子，而不去管第三个杯子。也就是说，他们不能完成任务。16个月大的孩子能完成任务，但和研究人员示范的不一样：将中等大小的杯子放进最大的杯子，再将最小的杯子放进这两个杯子中。他们还不能领会复杂的分层概念，不知道可以将两个杯子一起移动：最小的杯子放到中等大小的杯子里，然后一起移动，将这两个杯子看作一个组合体，而且这个组合可以放进任何比外面的杯子更大的杯子里。我女儿这么大的时候，我看她玩过这种玩具。每次我帮她将最小的杯子放进中等大小的杯子，她还是会把最小的杯子拿出来，然后将杯子一个个叠上去：先将中等大小的杯子放到最大的杯子里，再将最小的杯子放进中等大小的杯子中。她根本没有组合的概念，组合的杯子要先还原才能做下一步。而大多数20个月大的孩子能够按照研究人员的示范，完成任务。这说明他们掌握了分层的概念，将2个放在一起的物体看作一个单独的物体。[1]也许你会认为，这些婴幼儿之所以能掌握分层概念，是因为他们平时经常玩这种玩具。西方国家的孩子确实经常玩这种玩具，但是，研究人员对墨西哥南部济那堪特克斯部落的婴幼儿做了这个实验及另一个相关实验，发现这些婴幼儿同样掌握了分层概念。这些玛雅人生活物资匮乏，孩子没有玩具，不可能在其他时间玩过这种玩具，但这些孩子表现出同样的能力。这说明，人类大脑普遍能够逐步掌握分层组块概念。

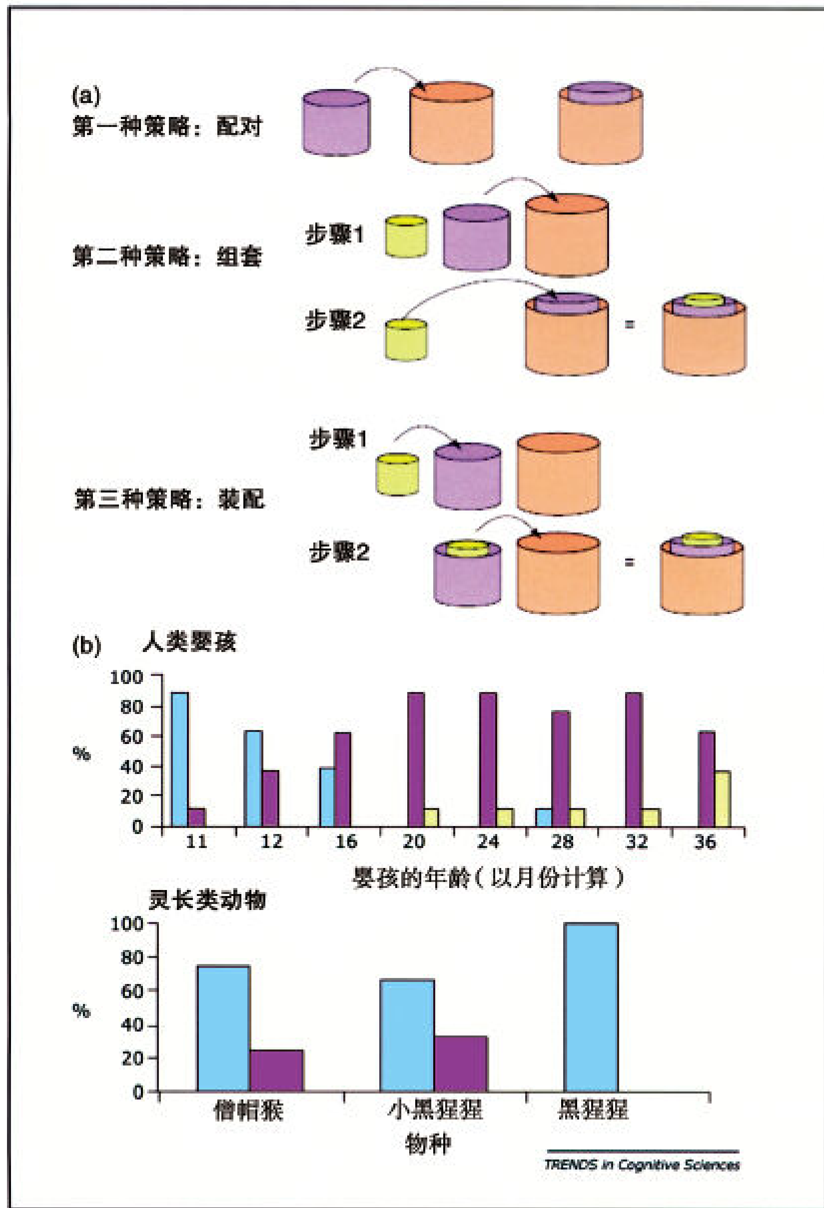


图7　（a）摆放杯子的三种方式。第一种方式采用配对策略，只是将一个杯子放到另一个杯子中去，不符合测验要求。第二种方式，依次将一个杯子放到另一个杯子中，如果一个杯子里面有另一个杯子，就不移动这个杯子。尽管通过这种方式可以完成测试，但这不是实验人员给实验参与者做示范时采用的方式。第三种方式具有一定程度的等级结构，将

小杯子和中等大小的杯子同时放到大杯子中。（b）对人类婴孩和各种灵长类动物采取三种不同策略的图表。蓝色代表策略一，紫红色代表策略二，黄色代表策略三。

黑猩猩、倭黑猩猩和僧帽猴完成这项任务的情况如何呢？在研究人员不断训练、引导下，它们也只能完成人类孩子所做的第一步。少数倭黑猩猩能完成中间不具备分层概念的那一步，即把三个杯子逐个叠起来，就像16个月大的人类孩子做的那样。没有任何一种动物能明白，可以将两个物体组合起来一起移动。尽管研究人员刚刚给它们示范过，它们还是不知道怎样做。

因此，人类的婴幼儿在完成需要分层组块的任务时，胜过成年黑猩猩、倭黑猩猩及猴子。虽然这些动物的意识水平可能也很高，但是人类无比丰富的意识主要体现在我们具有发现并组合结构化信息的能力上面。

当然，叠杯子游戏虽然复杂，对人类孩子来说，却是最简单的。随着年龄增长，孩子们的玩具会包含越来越多的意义，玩具组成部分间的关系也会越来越复杂。随着游戏级别的提高，人类孩子与同龄的灵长类动物在认知和意识方面的差距会越来越明显。

我在第5章论述过，意识空间存放的项目有限：和其他很多物种一样，人类的意识只能存贮3~4个工作记忆对象。而人类意识之所以如此丰富，是因为我们能够控制和组合这些有限的工作记忆对象，尤其是以分层的方式进行组合。上述实验证明，人类与其他物种在组块能力上刚开始似乎差别不大，但经过几年差距会骤增。

[1]最初做这项研究的帕特里夏·格林菲尔德（Patricia Greenfield）证明，这种组块能力反映出儿童学习语言的能力。例如，将简单的词组合

起来，形成复杂的单词，再将多个单词按照语法结构组合起来。这个任务也证明了一点：我们的语言能力可以归结为组块能力，尤其是分层组块能力。

婴儿的意识

这是否意味着，婴孩直到20个月大的时候才具有意识，才能将对象或行为进行分层组合？当然不是。20个月大的时候是意识发展的重要阶段，人类的经验开始变得丰富、复杂，学习能力也剧增。

那么，婴儿的意识最初是在什么时候产生的呢？在出生前吗？胎儿在早期（7~8周的时候）异常活跃，经常拳打脚踢。而母亲直到几个月后胎儿已经长得较大的时候，才感觉到胎儿的活动。到怀孕后期，胎儿对外界的反应很强烈，不管是来自子宫的压力还是外面传来的低沉的声音。这些表明胎儿具有意识吗？这时候的胎儿不大可能有意识，因为母体的胎盘和胎儿本身都在积极活动，使胎儿在子宫内处于一种安全、安静的状态。实际上，胎儿在出生之前一直处于睡梦状态，虽然胎儿受到的刺激很少，他们的梦和我们的梦不一样，他们的梦里几乎没什么具体内容。胎儿只有在出生的那一刹那才真正苏醒过来。

出生的那一刻就是意识最初产生的时刻吗？行为观察法给我们的答案是否定的，因为很少有迹象表明，婴儿在出生时具有意识。在观察女儿成长的过程中，我不禁产生一种直觉，人在出生后不久就会有强烈的意识。如果意识关注的是新奇的事物和出人意料的事件，那么我女儿在出生后头两个月，对打嗝表现出强烈的好奇，这可以成为早期意识存在的很有意思的证明。在她将近3个月大的时候，我做了什么可笑的事情，她就会大笑。诚然，这没有科学依据，但我还是觉得她的反应是有意识的表现。而且我很肯定，此时我女儿已经意识到这个世界的存在了。

然而，还有一种完全不考虑行为因素的方法，可能会给这个问题提

供明确的答案。

以大脑生理特征衡量动物的意识水平

以这种迂回的行为观察法来判断其他生物的意识非常有趣，但这种方法有局限性。首先，正如前文所述，很难得出一个肯定的结论，因为动物不可能告诉我们它具有意识。因此，以通过一项测试来判定动物具有意识的方法要谨慎使用。人工智能很清楚地说明了这一点。机器人被设定好程序，就可以轻易地通过上述实验，不管是镜像识别测试还是赌博性选择测试。而这根本说明不了什么问题。机器人只能完成设定好程序的任务，其他任务根本无法完成，而认识几行代码并不能等同于具有意识。

其次，这些测试中得出的否定结果也不可全信。在斯蒂格·拉森（Stieg Larsson）所著的小说《龙文身的女孩》（The Girl with the Dragon Tattoo）中，主人公丽思贝丝·萨兰德是个缺乏管教的孩子。老师和校方调查她的任性行为，让她参加各种心理测试，但她不配合，甚至拒绝写自己的名字。结果她一项测试都没有通过，校方武断地认定她智力迟钝。直到成年，她一直被认为是智障。而实际上，越来越多的事实证明，她非常聪明能干，如果有必要，她还能把那些权威人士玩弄于股掌之上。给她做测试时，这些权威人士本来应该明白一点：如果有人没能通过测试，“不具备这种能力”只是可能的原因之一。

同样，如果动物不配合，我们便不知道它到底有没有能力通过测试。也许它能够轻易地通过测试，但就是不愿去试。换句话说，在多项心理学测试中，如果有一项没有通过，并不能说明动物不具备某种能力。行为评估法的另一个局限性是：无法准确测量动物的意识水平。目前只研究了几个明确的意识水平层次，对意识水平连续体（a continuum of conscious level）来说，还远远不够。而意识水平连续体

的说法比那种简单地判断有无意识的做法要有意思得多。

有一种方法可以绕过行为评估法的弊端，那就是不去理会行为特征，而仅仅观察大脑的结构和功能或任何可计算的对象，以此来判断有无意识。首先，最粗略的方法是根据动物大脑的大小进行评估。如果使用这个指标对意识进行粗略估计——暂且认定神经元越多，大脑信息处理能力越强——那么人类会排在前列，但不会荣居榜首。人类的大脑重约1.3公斤，比宽吻海豚大脑的重量（1.8公斤）略轻。非洲象的大脑重达6.5公斤，差不多是人类大脑重量的5倍。在所有陆生或海洋动物中，抹香鲸的大脑最重，约8公斤。如果意识水平由脑的大小决定，那么就会出现一个有趣的结论，即宽吻海豚、大象和一些鲸类的意识水平要远远高于我们人类的意识水平。

从某种角度看，抹香鲸的大脑体积是人类大脑体积的6倍也没什么好奇怪的。毕竟，抹香鲸的体重几乎是我们的1 000倍。如果某种动物的体型比公共汽车还要大，那么它的大脑需要完成的任务也很繁重，如移动20米长的身体，控制内在的各种状况等。因此，很多科学家认为，更合理的方法是根据动物大脑与身体的比例来判断意识水平。其逻辑是：如果某种动物的大脑相对于它的身体来说太大了，那么，那些它大脑内的神经元除了处理一些常规活动（如控制身体移动、调节状态等），很可能还会处理一些更为复杂的活动，如意识活动。

计算大脑与身体的比例很复杂[1]，在所有动物中，人类的大脑与身体的比例居于首位。相对于我们的体型来说，我们的大脑还是相当大的。海豚紧跟在人类之后，接下来是黑猩猩、倭黑猩猩、红毛猩猩和大猩猩。人们普遍认为，动物在这方面的排序可以看出它们学习能力的高下。不过，现在只有间接证据表明，我们的大脑占身体的比例较大，才使我们拥有丰富的意识。我们也不清楚意识与大脑占身体比例之间的关

系。如果意识有一个起点的话，这个起点也许只是一根头发丝的宽度，也许还是头发丝宽度的十亿分之一。因此，以生理特征衡量意识水平只具有参考价值。

[1]事实上，判断大脑与身体的比例是否合适，要考虑到很多因素。例如，最近有研究表明，有些物种一个重量单位内包含的神经元比其他物种要多很多。因此，仅大脑重量一项数据不足以说明什么问题。

章鱼的意识水平

一种更可行的方法是结构比较法，即先弄清楚人类大脑哪些区域和哪些处理过程对意识的形成至关重要，然后将其他动物在这些方面的特征与人类作比较，最后根据相似程度判断其他动物是否具有意识。丘脑和前额叶-顶叶网络对人类意识的产生最重要。其他动物在这方面与我们的相似程度是多少呢？所有脊椎动物都有丘脑，只是形状有所不同，但是并不是每一种脊椎动物都有类似前额叶-顶叶网络这样的大脑皮层。人类的近亲——类人猿，有与我们相似的前额叶-顶叶网络，由此可以推论，类人猿与人类的意识水平最接近。其他灵长类动物（如猴子），也有前额叶-顶叶网络，但根据它们的前额叶-顶叶网络的结构可以推断，它们的意识水平要比人类低。大部分哺乳动物都有大脑皮层，可能会有一定程度的意识。非哺乳动物没有前额叶-顶叶网络，很可能根本不具备任何意识。

这种方法有其合理性，但只能提供间接的证据。而且，这种方法排除了一种可能性，即大脑结构与我们人类完全不同的动物也可能会有意识。

我们会想当然地认为，从未离开过海洋的生物比我们要简单很多，几乎是没有意识的（这也是很多人虽然吃鱼，但还认为自己是素食主义者的原因之一）。但是如果我们洞悉了章鱼的认知能力，上述观点就很难成立了。章鱼虽然属于无脊椎动物，没有丘脑和大脑皮层，但是它的行为却表明，它完全不是我们想的那么原始、低级。章鱼有近5亿个神经元，与猫科动物的神经元数量差不多。但章鱼的大脑非常奇特，具有平行结构（parallel architecture）。对大脑而言，平行结构从来都具有优势。章鱼的大部分神经元不是存在于大脑中，而是在腕足上。考虑到

章鱼腕足上具有神经元这个事实，我们可以说章鱼其实有9个半独立的大脑，这点在动物界独一无二。章鱼还是海洋生物中的天才，有高度发达的记忆力和注意系统。这使章鱼能够变换各种外形，模仿其他动物、岩石甚至是植物的形状。经实验观察，章鱼可以辨认形状、颜色，能够在迷宫中穿行，懂得打开拧紧的盖子，甚至会学习其他章鱼的行为——之前我们认为只有高度群居动物才具备这项能力。

大卫·埃德尔曼（David Edelman）和格拉齐亚诺·费利多（Graziano Fiorito）致力于章鱼认知能力的研究。大卫讲述了一次离奇经历。他的章鱼实验室位于庄严华丽的那不勒斯动物学研究所的地下室。有一次他刚进入实验室，所有的章鱼马上游过来，将脸贴在水箱壁上，专注地观察这个闯入者的一举一动。这种持续的关注一般只出现在智力较高的动物身上。如果章鱼具有意识这个结论是真的，通过比较大脑结构的方法是得不出这个结论的，因为章鱼的大脑和人类的大脑，甚至是所有哺乳动物的大脑完全不同。

量化意识

综合上述提到的方法，虽然有助于动物意识问题的探讨，但有一个理论却声称可以彻底解决这个问题，那就是朱利欧·托诺尼的信息整合理论。这是一个广受好评的现代意识理论，通过研究大脑神经元的数量，神经元之间如何联结以及如何作用，得到一个意识水平的准确数值。根据这个理论，清醒的人有100个单位意识，昏迷患者有2个单位意识，黑猩猩有50个单位意识，老鼠有10个单位意识，等等。

该理论一个明确的结论是：每一种动物的意识水平都有一个数值。例如，蜜蜂有近100万个神经元，自然具有一定的意识水平。即使是简单的线虫——秀丽隐杆线虫（只有302个神经元），也会有一个意识水平数值，虽然这个数值十分微小。根据这个理论，甚至一群蚂蚁也有一定程度的意识。这个观点可能会让人很不舒服：连这么低级的生物都有最低限度的意识，更别提动物了。虽然这个理论还需要进一步论证，但是结果很可能证明，对这个理论的怀疑是错的。事实可能是：任何大脑都会产生不同水平的意识，不管某物种的大脑是多么小、多么简单。例如，果蝇就具有基本的注意系统，而这个系统正是意识的主要成分。

托诺尼的信息整合理论与另一个观念相符，即计算机和机器人具有一定程度的意识。人造生物具有某些网络结构，功能相当于人类大脑，从原则上讲，我们可以根据人造生物网络的性能来评估它们的意识水平。

然而，这个理论以及目前所有将意识与网络信息相联系的理论，都把细菌和植物排除在外。其实，细菌和植物具有基本的计算处理能力，只是它们不具备信息网络，也不能将低级的信息组合起来，形成有意义

的组块。

事实上，事情不是那么简单。计算出意识水平数值需要进行极其复杂的运算，随着节点或神经元数量的增加，运算的难度会大幅增加。即使要计算只有302个神经元的秀丽隐杆线虫的意识水平，一台普通计算机也要花5×10^{79}年时间。而到了那个时候，宇宙可能都不存在了！不管这个理论有何优点，但它无法应用到实际中，不能用来测量动物的意识水平，更别提测量人类的意识水平了。

然而，仍然有一些研究人员在修正这个理论，希望将其应用于计算人类大脑的意识水平。跟我同一个实验室的同事亚当·巴雷特（Adam Barrett）和阿尼尔·赛思（Anil Seth）就在做这方面的努力。因此，在托诺尼的理论基础上，未来10年内很可能会出现计算生物意识水平的有效方法，我们要做的只是将一种运算法则应用于计算大脑内神经元（或人造节点）的数量，以及神经元或节点之间的联结，而我们已经具有很多物种这方面的数据。

托诺尼和他的同事马塞洛·马西米尼（Marcello Massimini）并没有等待数学家来修正测量意识的运算方法，以减少运算时间。他们想出一个很有趣的方法，可以粗略地计算出意识水平：用脑电图仪和经颅磁刺激仪（TMS）记录脑电波。经颅磁刺激仪包含一个蝶形线圈，只有书本大小，将其放在头皮上。经颅磁刺激仪是一个强力电磁体，磁铁在瞬间通上电，就会激活蝶形线圈正下方的头皮下面的大脑皮层神经元，使其发射。被试只是感到头部被轻轻拍打了一下（我试过好几次）。隔几秒钟就有脉冲传递到大脑皮层，此时被试要做的就是打瞌睡。如果被试是清醒的，受经颅磁刺激仪刺激而形成的脑电波会在几百毫秒内传遍大脑；如果被试迷迷糊糊地入睡，又没有做梦，虽然最初的脑电波会更强烈，但很快就会消失，并且停留在仪器刺激到的范围内。这项研究表

明，在清醒的时候，信息会在整个大脑皮层表面自由传递；而在睡眠状态，尽管神经元还在发射，但只是在附近神经元之间进行传递，而且信号微弱。马西米尼和托诺尼由此得出结论：当我们清醒时，大脑皮层组合信息的能力很强，但当我们入睡时，这种能力会变弱。这些数据也适用于其他意识理论。

这种方法目前只能辨别清醒时和睡着时大脑的活动，但研究人员正想办法提高测试灵敏度。马西米尼和他的工作团队将脑电图仪电波的复杂构成作为精确衡量意识水平的标准，而不是将这种电波传递的距离及所需的时间作为衡量标准。可能很快会出现一项能够测量意识水平的技术。量化意识水平的方法可以用来测量任何清醒或睡着的正常人、患者及很多动物的意识。将来类似的方法还可以用来激活人造生物。因此，在未来10年内，我们可能会想出切实可行的方法，测量和比较人类与其他动物的意识。

伦理学意义

意识科学如何帮助解决某些道德难题，如动物权利、人类堕胎问题？这本书当然不是伦理学著作，而且这些伦理问题非常复杂。我只是根据自己掌握的意识科学知识，提供一些个人见解。

伦理学有两大框架：一是基于权利的体系，最明显的例子是针对谋杀和盗窃的法律；二是伦理机制，主要是评估哪些行为给人们带来纯粹的快乐或痛苦。经济学因其与金钱关系密切，大体上可归入第二种框架。

谈到权利体系，如生存权、免受可以避免的痛苦的自由权，任何具有一定程度意识的动物都有体验痛苦的能力，也应该受到这些权利的保护，最好能形成相应的法律。就我个人而言，为了使无辜的生物尽量少地遭受人类的折磨，我宁愿生活在一个过分谨慎的社会。

这也是一项名为“类人猿计划”（the Great Ape Project）的国际活动的宗旨，但这项计划涵盖的范围有限。这项活动得到知名科学家简·古道尔（Jane Goodall）和理查德·道金斯的支持，并且争取到一份联合国声明。声明指出，所有类人猿（包括黑猩猩、倭黑猩猩、红毛猩猩和大猩猩）都有生存权和免受折磨的自由。我相信，随着目前对动物意识的科学研究取得越来越多的成就，各国政府不仅会接受这一观点，还会认真考虑拓宽保护范围。我的观点是：意识与创新关系密切。发明和使用工具需要创新、灵活的思想，可以作为具有广泛意识的证明。据此，受到保护的不仅是人类的近亲——类人猿，还包括猴子、鸦科动物、海豚以及章鱼。实验还证明，一些非人类物种能够识别自己在镜子中的影像，并具有自我怀疑能力。我们将这些能力作为证明人类拥有丰富意识的证

据，因此，我们也要谨慎地接受这一点，即拥有这些能力的其他动物也具有丰富意识。能够使用工具、进行镜像识别、具有自我怀疑能力的动物不仅仅是类人猿，还包括海豚、猴子、大象、猪、鸦科动物以及章鱼。随着实验的深入，还会有更多动物加入到这个名单。禁止用这些动物做会给它们带来痛苦的实验，禁止食用这些动物，伤害或杀害这些动物的人要被定罪，这些措施都很激进，目前任何政治领导人都没有提倡。然而，这些充满关爱的提议至少改变了我们对动物的看法，而且随着我们对这些动物精神生活的深入了解，这些先进的提议会慢慢被人们接受。

说到伦理体系的第二大框架，暂且不谈权利问题，只谈纯粹的快乐和痛苦的问题。为了阐明这一理论框架，假设有一项研究，目的是根治人类某种疾病，但需要用100万只老鼠做实验，每只老鼠遭受痛苦的数量是x个单位。如果研究结果能使100个人每人免受至少1万个x单位的痛苦，或者使100万个人每人免受1个x单位的痛苦（这两种情况都至少避免了100万个x单位的痛苦），那么牺牲老鼠就是正当的。

这个伦理体系需要我们量化意识水平，这样才能知道动物实际感受到的痛苦的数值。我们正在努力运用各种理论和技术来量化意识，但还不能科学地计算出意识水平。在未来10年内，我们一定会有所进展。一旦找到切实可行的计算方法，我们会毫不犹豫地将这种技术应用于任何有动物遭受痛苦的领域，以确保我们人类不会给有意识的生物造成过度伤害。同时，我们也不会一方面自私地夸大自身的痛苦，另一方面却不去理会其他动物也有意识，也会体会到痛苦这个事实。

其他伦理问题，如堕胎、生存权、人造意识等，都能够采用量化意识水平的方法进行评估。但有一点值得注意：胎儿在出生前极有可能是没有意识的，尽管我们凭直觉认为它们是有意识的。至于人工智能，目

前世界上的计算机和机器人不具备产生最低水平意识的结构，遭受痛苦就更无从谈起了。这点甚至是人造生物的一个显著特性。我们或许可以设计出一个有意识的人造生物，但这种人造生物感受不到任何痛苦，因为我们没有为它设定这种程序。

经验的质量与数量

这一章运用两种方法测量动物的意识：一是观察动物的行为特征，一是考察动物的生理结构特征。当然，这两种方法有显著的差异。行为方法撇开动物大脑的大小、神经元系统的复杂性等因素不谈，提供了有趣的间接证据，证明很多物种具有意识，甚至像低级的果蝇都有基本的注意系统。但是更可靠的证据只有在那些拥有较大、较复杂大脑的动物身上才能找到，这些动物能够辨识出自己在镜子中的影像，表现出自我怀疑的能力。这些能力表明，这些动物拥有高级的意识。有点出人意料的是：以行为方法判断出有意识的动物不仅限于我们的近亲——类人猿，还包括一些关系更为疏远的动物，如另外一些灵长类动物以及某些高级哺乳动物。

考察生理结构的方法可以避免行为观察法不可靠的弊端，但也有其不利的方面。用这种方法测量意识水平不如行为观察法直接。而且，科学界对哪种生理评估方法更准确还未能达成一致意见，但信息整合理论或许是最有前途的一个理论。根据信息整合理论，任何一个复杂的系统，不管它在结构上与人类的相似性是多少，都有一个意识水平的数值。由此形成一个意识的连续体，处在这个连续体顶端的是人类，因为人类的大脑最复杂；而一些最简单的动物也有一定程度的意识，即使是最小限度的意识。

这两种方法都表明，那些拥有最复杂的神经系统、最有思想的动物，它们的意识水平也最高。这两种测量非人类意识的方法各有其侧重点。将两种方法结合起来的最简便的方式是：承认确实存在一个意识的连续体，从人类到最小、最简单的生物，都包含在这个连续体中；根据各种生物的意识水平层次高低，连续体有各种不同的、有意义的层次。

这些层次包括自我意识、怀疑意识，以及建构不同意义层次的能力。

建构不同意义层次的能力只有人类才具备，这可能是我们拥有的语言天赋的基础。这种能力是我们独特的、灵活的工作记忆的反映。也正因为如此，很多人认为，与其他物种相比，我们人类确实拥有更高层次的意识。

现代社会大量的技术成果进一步证实了，人类与其他动物之间的本质区别在于我们拥有较高的意识水平。这些技术成果不断提醒我们，人类与其他动物之间的差距有多大。我们具有独特意识的观点，与人类进化的过程相一致。智人（Homo sapiens）的前身可能会运用他们仅有的那点能力，发现模式，产生巨大效果，发明让部落成员惊叹的原始技术，生产出大量不同品种的食物。技术与进化的发展最终产生了人类大脑。我们的大脑拥有丰富多样的意识，有独特的信息组块能力，能够发现自然界的深层模式，创造技术成果，使我们的生活更丰富、更方便。

然而，这种由强大的神经系统所支撑的如此独特而丰富的意识，同时又是极其脆弱的。这也是我们为拥有这种意识所付出的代价。我们复杂的大脑极易受到不可修复的损伤，有时候仅仅被撞了一下也会造成伤害。这样的意外会使我们的意识水平降低，严重的话甚至会完全失去意识。神经系统脆弱性的另一种更微妙、更普遍的形式是：大脑内的基因变异或化学物质异常很容易造成精神紊乱，造成各种潜在的精神疾病。我将在最后两章论述，我们的创新能力经常会带来悲剧性的结果。首先，我将详述为何我们的大脑如此容易遭受损伤，以及当前的意识理论如何帮助我们检测大脑受伤后意识的情况。然后，我将论述，为何多数精神疾病都与意识障碍有关。最后，探讨本书提出的意识模式如何帮助我们逃出精神困扰的囚牢。

第7章　游走在脆弱的意识边缘：大脑严重损伤和意识障碍

只是太复杂？

我在为神经影像实验挑选意识健全的志愿者时，总会问那些可能会成为被试的人一些问题，确保他们是合适的人选。比如，我会询问志愿者，他们的体内是否有金属植入物，因为功能性磁共振成像扫描仪具有很强的磁性，如果体内有金属植入物，哪怕只是靠近扫描仪，都会很危险。我们还会提出一些具有针对性的问题，目的就是为了确保最终参与实验的每一个人的大脑都是健全的。比如，所有患过脑瘤、中风或其他神经疾病的人，我们都不会选择。

除此之外，凡是曾经昏倒的人，哪怕仅仅昏迷了几分钟，我们也都不选择。不难想象，这样一来，大部分人都不符合条件，因为参加体育运动也可能会导致头部损伤。但是，这样的筛选步骤很有必要。一个令人沮丧的事实是，单单一次脑震荡就很有可能造成轻度脑损伤。在脑震荡的病例中，尤其是发生在晚年的脑震荡，有10%~15%会造成较为严重脑损伤，从而引起长期的甚至永久的记忆力和注意方面的问题。近期的研究表明，脑震荡甚至可能诱发早期的阿尔茨海默病。

人类的大脑特别容易受伤。脑浆是黏稠的胶状物，所以，如果我们的头部遭受猛烈撞击，脑浆就会在颅骨内来回跳动，不断地扭曲和断裂开来。神经元之间的联结会被拉伸、绷紧，很容易被拉伤。大脑的外缘，尤其是外缘的前部，可能会刮擦到颅骨内侧锋利的部分而受到损伤。而其他的物种都不像人类这么容易遭受脑震荡，因为它们的大脑比

人脑小得多，所以不会像人脑那么容易受到这种弹跳和撕扯的影响。

除了脑震荡，我们因头部遭受重击（或其他原因）而导致脑损伤的风险也比其他物种要大得多。这些撞击往往会让人昏迷、变成植物人甚至死亡。这类病人的大脑看起来非常稀薄，扭曲变形，几乎没剩下多少皮质。人在摔了一跤或者遭遇车祸之后，大脑皮层的四叶可能都会消失不见。不过，如果给病人看病，只是观察功能性磁共振成像扫描是不够的。一般来说，大脑严重受损、处于植物人状态的病人身上都会连着一大堆治疗仪器。他们可能会四肢扭曲，身体还时不时地抽搐和扭动一下。这些病人常常会有反常的、重复的动作。尽管他们可能会把眼睛睁得大大的，看起来像是醒着一样，但你仔细查看之后就会发现，那只是一个假象。这些根本就无法证明，病人对外面的世界有任何意识：他们的眼睛没有聚焦到周围重要的东西上；他们对周遭的环境没有任何反应；当你试图从病人无规则的动作中推测出他们在想什么的时候，结果往往是令人恐惧的一片空白。这样的场景着实令人伤心和不安。如果病人完全处于昏迷状态，对病人家属来说，或许还没那么煎熬。病人在植物人状态下，不时会有一些觉醒的迹象，这就会让家人觉得病人的大脑可能存在意识，或者至少有恢复的希望。但大多数情况下，这种希望终将化为泡影。

在对大脑做过一番研究，也见过这种脑损伤的病人之后，动作影片如今对我来说再也不只是孩童时期没头没脑、卡通片似的娱乐了：在《夺宝奇兵》或《007》系列影片中，每次看到不计其数、连名字也没有的守卫们被拳头、扳手、煎锅等重重击打头部时，我都不禁感到揪心。在我看来，那些重击无疑是在把数以百万计的神经元联结拉扯到即将断裂的地步。

科学研究使我们认识自己、认识这个世界，尽管有一些新的认识还

未得到证明，但也足以让我坚信科学研究是值得一做的工作。对于“什么是意识”这类具体而深刻的问题，如果我们能够做出解答，无疑对社会大有裨益。

目前，对意识障碍这一分支学科的研究已经取得了一些成果，其中最突出的例子就是对植物人状态的研究。20年前，对于植物人，医学界除了让他活着，几乎什么也做不了。评估病人到底有多少意识几乎是靠猜测。同样，对于康复的预断多半也是凭猜测。如今，至少从病情的诊断和预断方面来看，情况已经大有改观。一个大规模、活跃的研究团体正致力于用日渐成熟的意识模型对这些病人进行量化研究，看看他们到底失去了多少意识。对于这些病人是否能够复原的预测也开始变得精准起来。尽管治疗手段的发展还稍嫌缓慢，但无论如何也算是取得了初步的进展。在本章中，我将阐述人们在认识和治疗严重的意识障碍方面所取得的进展。我还将阐述，植物人状态的研究可以更正和扩充我们目前对于意识问题的看法。

一场不确定的曲折战斗

特里·夏沃是一位住在佛罗里达州的腼腆女孩，过着平静而稳定的生活。20多岁时，特里和丈夫迈克尔想要一个孩子。但是，特里可能患上了严重的贪食症，之前她一直在拼命地控制体重。1990年2月25日午夜，特里的心脏停止了跳动，主要原因可能是贪食症导致的内分泌失调。救护人员设法让她苏醒过来，但她休克的时间太长，造成了大面积脑损伤。

特里昏迷了大约3个月。随后，她的状况略有好转，但进入了植物人状态。她会睁开眼睛，而且有时而苏醒的迹象。但是，随着大家渐渐认识到她不可能进一步好转时，本来就渺茫的希望最终无情地破灭了。

8年后，由于特里的状况丝毫没有好转，而且早就没有了康复的希望，她的丈夫迈克尔向法院提出申请，要求拔掉特里的进食管，让她死去。特里父母的看法却与医生的评估截然不同，他们认为特里仍然活着，有时仍能感受到家人温馨的陪伴；如果进一步治疗，她有可能康复。由此，引发了美国历史上最著名、最激烈的司法争战。

在接下去的7年中，无数次的法律请愿、上诉和动议围绕着特里展开。迈克尔想要结束特里的生命，而特里的父母则坚决反对。这场官司是公民自由与宗教价值之间的对抗。特里是一名虔诚的天主教徒，因此就涉及这样的问题：她是否愿意以这样一种可能亵渎神明的方式结束自己的生命。罗马教皇曾一度亲自裁定这个官司，明确表示应该延续特里的生命。一方面，相关的新闻报道就像一部令人难过的肥皂剧，报道称特里的父母与丈夫的争执都是因为钱在作祟——给特里治疗不孕症的医生由于未能查出她患有贪食症而败诉，所以特里拥有一大笔财产。另一

方面，从1993年起，迈克尔一直在与另一个女人约会，并于2002年和2004年分别与这个女人生了两个孩子。尽管如此，他却拒绝与特里离婚。他说，不愿离婚是因为他对特里仍有感情，但特里的父母坚称他不过是贪图她的财产。

又是几年过去了，其间特里的进食管无数次被拔掉，最后又在她父母的上诉之下被重新插上。公众对这场官司的兴趣越来越浓厚。政客也开始介入此事，因为他们发现，坚定地主张生命权便可以轻而易举地赢得极右派的选票。佛罗里达州州长杰布·布什通过了一条法规，这样他便有权干预此案并阻止特里的死亡。不过，人们随后发现，这条法规是违反宪法的。最后，就连杰布的哥哥——主张生命权的总统乔治W.布什也取消了休假计划，飞回华盛顿，穿着睡衣连夜签署了紧急法案。这项法案的主要目的是让一个人活着，这个人就是特里·夏沃。

这场政治和法律的激战最终以迈克尔的完全胜利收场。2005年3月31日，在特里·夏沃的进食管最后一次被拔掉的13天后，她离开了人世。

在这场漫长而痛苦的公开激辩中，有两个令人心碎的关键问题。第一，虽然特里的外形发生了变化，但以个性特征而言，她还是昏倒前的那个人吗？第二，如果脑损伤确实令她丧失了一切恢复正常意识的机会，是否有可能出现一种治疗方法让她恢复正常呢？特里·夏沃的案例绝不是一个独一无二的案例，全世界有10万多例类似的事件，每一位病人的家属肯定都会反复问自己上述两个问题。

在评估特里这类病人还有多少意识时，首先要进行正常的诊断。如果病人始终闭着眼睛，完全没有知觉，那就是处于昏迷状态。如果病人时而睡着、时而醒来，有时还睁开双眼，但又看不出有意识的迹象，那就是处于植物人状态。有不少处于植物人状态的病人会有一定程度的康复，甚至重新恢复正常的意识；但是，大约有一半的病人无法康复。而且，处于植物人状态的时间越长，康复的几率就越小。对大脑“为何会有正常意识”所做的研究表明，植物人状态与丘脑的损伤关系密切，丘脑损伤的同时，联结丘脑与前额叶皮层之间的通路也会受损。对于那些长期没有恢复迹象的病人来说，情况尤其如此。不过，植物人状态也与大脑其他很多区域的损伤以及各种最初的起因有关，后者包括头部外伤、感染、药物过量等。如果植物人状态持续一个月，则属于持续性植物人状态。如果这种状态持续达一年（取决于损伤的程度以及在哪个国家做的诊断），则属于永久性植物人状态，也称PVS。进入PVS状态的病人，其康复的希望愈发渺茫。

但是，如果病人的病情确有好转，而且略微呈现出一些意识的迹象，比如目光能够随着某件东西而移动，或者可以听从命令而挪动手臂，那么就可以把他提升到微意识状态。要区分昏迷状态和植物人状态相当简单，只要看他的眼睛是否会睁开和闭上即可。但是，要区分植物人状态和微意识状态则要困难得多。虽然植物人状态与昏迷状态相比，病情似乎有所好转，但问题在于，处于植物人状态的病人的意识可能仍是一片空白。因此，要让家属确信病人还有意识，而且有恢复的可能性，关键是要能进一步诊断出病人处于微意识状态。

病人的某些外在迹象，如哭泣、微笑或者磨牙，很容易让家属误以

为他们有希望恢复意识。但事实上，这些其实都是反射动作，不管有没有意识都会出现。尽管医生在解释这些令人惊讶的原始动作时会非常谨慎，但实际上他们往往也会觉得很难分清这些只是随意的声音和动作，还是不易察觉的真正的意识迹象。临床医生通过寻找那些暗示病人存在意识的行为，来区分永久性植物人状态和微意识状态。比如，病人究竟能不能说话？他会追随你的目光吗？他的举动是有目的性的吗？通常来说，要在那些经常全身抽搐或四肢痉挛性抽动、时睡时醒的病人身上寻找这些证据是非常具有挑战性的。这种颇为随意的方法意味着，要为这类病人做出准确的诊断非常困难。根据某项研究，常规的临床观察做出的诊断中有43%都是误诊——通常是把那些应该归入微意识状态一类的病人诊断为植物人状态。随着各种精心设计的评定量表的使用，行为评估的方法也会慢慢变得合理起来，因为这些评定量表可以用一定的标准来检验和量化各种诊断指标，以此确定该将病人归入哪一类。但是，即便这种改进过的方法有时也会将人引入歧途。

从内部观察意识

当我们看到一位朋友嘴巴大张、眉毛扬起，急切地指着一位仅戴一顶大礼帽、骑着单轮车在闹市穿行的裸男时，我们完全清楚朋友脑子里想的是什么，而且毫不费力就能知道他是清醒的，意识也是正常的。但我们也很容易忘记，这只是一种间接的评估方法：他的手势或表情只不过是他大脑活动的输出，而不是大脑活动或意识的本身。如果某个人的大脑受损，其大脑与身体之间的连接遭到破坏，干扰了他的运动能力，那么我们就无法再从他的身体语言中有效地推断出他的意识。同样，因为一个人完全瘫痪，我们就断定他没有意识了，这也是毫无根据的。当然，我们几乎不用去担心这个问题。但是，如果病人处于植物人或类似状态，我们就真的要担心这个问题了，而且，无论你的行为评定量表做得多么标准和细致，都无法解决这个问题。

阿德里安·欧文（Adrian Owen）是我读博时的主要导师，在我成为科学家后的许多年里，他还一直是我的老板。在研究生涯的大部分时间里，他都在探索怎样用更先进、更直接的办法来测量这类病人大脑内的意识水平，我偶尔会给他做助手。这位长着一头姜黄色头发的男人魅力超凡，风趣幽默，极像梵高。欧文将大脑扫描仪作为一个强大的工具来探测处于植物人状态的病人的意识水平。已经证实的是，对于某些病人来说，这些新兴的技术比行为观察要灵敏得多。

欧文最近组织了一项大规模研究，包括41位处于植物人状态或处于微意识状态的病人。欧文及其团队将病人放入功能性磁共振成像扫描仪中，然后让他们通过耳机听取各种声音。这些声音的复杂程度各不相同。一开始让病人大脑处理的是随机噪声。接着是正常的语言，也就是标准的句子，如“她将秘密写进日记里”。最后是包含模棱两可的单词的

句子，这也是让病人听取的声音中最难的，如“朝着坦克发射炮弹”。

欧文首先观察每种声音激活的是病人大脑的哪一块区域，再将结果与那些身心健全的被试的大脑在处理相同任务后的结果进行对比。由此得出：认知处理可能具有四个水平，这些水平可以通过大脑的活动模式来加以区分：无法处理任何声音、能够处理随机声音、能够处理语音、能够处理单词的含义。令人惊讶的是，两个先前根据行为评分而被归入植物人状态的病人居然达到了最高水平，他们的大脑活动显示，他们可以处理所听到的单词的含义。所以，他们并不属于植物人，而有可能处于微意识或更好的状态。更令人激动的发现是：根据病人通过声音测试所达到的水平，就能很好地预测他们在未来6个月内能够恢复多少意识。

这是一项具有开创意义的研究，有可能在未来数年内成为临床医生评估这类病人意识水平的重要工具。已有确凿证据表明，这项研究应该还有希望让某些类似的病症进一步好转。我们不妨回顾一下第3章中讲到的：全身麻醉的人是无法理解单词含义的，这种理解力是需要意识参与的。因此，这项研究中大脑活动所显示的对单词含义的理解充分暗示着意识的存在。这也合理地解释了为什么通过这项测试的病人能够进一步恢复意识。

但是，这种数据并不能确切证明这些病人是有意识的，因为它们不够直接，而是间接推测出来的。从技术上看，即使这些病人的大脑能够很好地处理单词的含义，他们仍有可能是没有意识的。要想明确解答这一至关重要的问题，我们需要更具说服力的证据。

欧文及其同事另辟蹊径，这项具有里程碑意义的研究提供给我们的就是这样的证据。欧文推断，如果这些病人能够展示决断力，如果他们

能够自主听从他发出的复杂指令，那么不管医生的诊断是什么，都完全可以证明这些病人的确存在意识。2006年，他在一位遭遇车祸后进入植物人状态的23岁的女士身上验证了这个想法。那位女士成功地通过了上述的声音测试，对模棱两可的单词的反应也很活跃。但接下来，当她再一次进入扫描仪时，欧文要求她完成两项任务。他有时会让她想象打网球，有时则让她想象在自己家里的各个房间里巡视（回顾一下第1章，我的朋友马丁·蒙蒂对我做过类似的实验）。当欧文在研究她的大脑活动时，发现她对这两项指令的反应与那些身心健全的人在完成同样任务时的大脑反应并无分别。从这个发现中，他得出的唯一可能的结论就是：医生之前对她的诊断是错误的，她并没有进入植物人状态，而是完全有意识的。在那次扫描之后，她逐渐恢复，后来在一年不到的时间里，她就可以通过用脚踩按钮来回答“是”或“否”了。

常规的临床诊断和大脑扫描仪显示的结果之间存在的这种差异颇为可观，尽管这种情况并不多见。在最近的一项研究中，欧文、马丁·蒙蒂及其同事证明，在那些貌似处于永久性植物人状态的病人中，仅有约17%的患者的大脑能够对想象性动作的指令做出恰当的反应。尽管如此，这个实验性方法仍然表明，在测量那些大脑严重受损的病人的意识水平时，大脑扫描有时比医生的临床评估要灵敏得多。此外，欧文认为，这项结果证明了某些看似处于永久性植物人状态的病人可能已经越过了中级的微意识状态，几乎具备了正常的意识水平。但是，由于他们的意识没有途径得以展示，所以被封锁在头脑里。

由于功能性磁共振成像扫描仪价值不菲，而且无法随身携带，欧文的团队最近一直在试用脑电图仪。脑电图仪是一种更为切实可行的临床工具，它不仅比功能性磁共振成像扫描仪便宜得多，还能拿到床边来用。这一点很重要，因为想要移动这类病人是很困难的。尽管要用这个

方法获得可靠的信号并不容易，但不管怎样，欧文及其同事已经用上述类似的指令实验向我们表明，这一方法可以用来证实某些看似植物人的病人其实是有意识的。

通过大脑活动进行沟通

上述方法可能意味着，有些外表看来完全丧失了意识的病人，实际上不仅有着清醒的意识，我们甚至可以通过大脑扫描仪与他们沟通。当马丁·蒙蒂在我身上做功能性磁共振成像扫描仪实验时，我通过想象环顾房间四周或打网球来回答他提出的“是”或“否”的问题。然后，他会从扫描仪获取到的大脑活动中读取我的答案。后来，在一位患者身上使用这个方法。这个患者是一个年轻的比利时男人，在遭遇车祸后的5年里，由于外表看似植物人，一直被归入植物人状态。当被询问他父亲的姓名以及其他几个私人问题时，从大脑活动的扫描中可以看出，他的大脑非常活跃，而且对前5个问题的回答都是正确的。这是一个令人惊讶的结果，与原先永久性植物人状态的诊断完全不一致。

在这些研究中，照例需要强调的一点是，那些在扫描中出现的负面结果是很难解释的。比如，如果病人没有产生恰当的大脑活动，有可能是因为他在扫描仪中移动得太多，从而破坏了扫描结果。但是，如果病人通过了测试，无疑表明他是有意识的。而且，随着测试方法的改善，病人要想证明他们有意识和沟通能力，应该会变得更加容易。

尽管这些方法与传统的临床手段并无关联，但我们完全有理由相信，这种状况在今后5年左右的时间里将会改变。尽管病人无法移动任何一块肌肉，但我们仍然可以采用一种常规的大脑测试方法让他们表达自己的想法和愿望，由此帮助他们传出他们急需发出的声音，也为焦虑不安的家属带来希望和信心。

检查意识神经通路的完整性

从本质上说，上述方法要在若隐若现的大脑活动中幸运地捕捉到意识交流的一瞬。但是，如果给病人做扫描那天没赶上好时候怎么办呢？比如说，病人在扫描时大部分时间在睡觉，但其实他通常是有意识的？或者，病人只有部分意识，但所有的神经元结构都显示他完全可以康复，这又该怎么办呢？运用较为间接的神经系统调查肯定会有好处，因为这种调查绕开了实时的意识或沟通问题。最有可能用于这些病人的间接方法包括：检查病人大脑的联结是否完整到可以支撑意识的地步；或者，大脑各个区域之间是否仍有沟通，并且反映出意识？这些方法尽管乏味，却比那些全靠病人听从指令的方法更为有效，而且还能提供更加可靠的康复预测。

此外，鉴于今天的意识科学已经发展得较为成熟，人们完全可以利用有关意识和大脑的现有知识，来对永久性植物人状态进行准确的诊断测试。

首先，我们都知道，作为大脑重要中转站的丘脑在意识活动中起着关键作用。尽管在维持我们丰富多彩的体验方面，丘脑可能不如前额叶-顶叶网络重要，但整个大脑皮层中信息的自由传递与组合都要经由丘脑，因此丘脑的正常运转对于意识的产生是必不可少的。正如在解剖扫描中看到的，丘脑的严重损伤明显标志着患者将会丧失意识，并且无望康复。但是，即使丘脑看似完整，它与大脑其余部位的联结并不一定还是正常的。因此，达维尼亚·费尔南德斯-埃斯帕乔（Davinia Fernandez-Espejo）、阿德里安·欧文及其同事最近采用了较新的磁共振成像扫描技术——弥散张量成像（Diffusion Tensor Imaging），以检查这类病人的丘脑与大脑其他部位的联结情况。结果发现，通过观察这些纤维通路的

完整性，可以很好地诊断出病人是属于永久性植物人状态还是微意识状态，其准确率高达95%。这种方法的成功率远远高于我们通常采用的常规临床行为评估法。你可能还记得，后者的误诊率为43%，实属可悲。

直接研究前额叶-顶叶网络的通路也是一个明确的研究目标，因为有大量证据表明这些通路是大脑产生意识的最关键部分。梅勒妮·博利（Melanie Boly）及同事运用复杂的神经影像技术来评估大脑的一个区域如何引发另一个区域的活动，结果证实，虽然处于永久性植物人状态的病人的前额叶皮层不会再对大脑后部的区域产生影响，但是，无论是处于微意识状态的病人还是意识健全的被试，他们的大脑区域之间仍然有着较为强烈和活跃的联系，也都有信息流出和流入前额叶皮层。

还有一个有理论依据的方法——这回是源自信息整合理论——运用了第6章提及的经颅磁刺激脑电图技术，先是用经颅磁刺激仪对大脑皮层进行一小阵的刺激，然后用脑电图仪来监测皮层刺激的蔓延范围和持续时间。在那些醒着和有意识的被试的整个大脑皮层中，可以发现持久而活跃的活动，而当他们处于熟睡时，监测到的活动就只是局部的，而且持续时间很短。尽管这项研究目前仍处于早期阶段，但已被用来测量植物人患者残余的意识水平。

修复并非易事

对于患者的亲人来说，找到方法准确地判断处于植物人状态的患者是否还有意识，这意味着一半的工作。他们还想知道，患者是否能够康复，是否有什么治疗手段有助于康复过程。目前，尽管有一些可能的治疗方法，但这些方法都不足以令人振奋。

比如，尼古拉斯·希夫（Nicholas Schiff）及其同事在一位38岁的患者身上完成了深部脑刺激手术，这位病人处于微意识状态已达6年。这项技术在操作时需要将电极插入大脑深处，因此，尼古拉斯就用这种电极导线不断刺激病人的丘脑，每天刺激12小时。就这样，他们不仅重新激活了病人的丘脑，还激活了很多相关的区域，包括前额叶皮层。

在手术之前，病人只有少量的意识迹象，他只能时不时地听从一些口头指令，但却一个字都说不出来。而在接通电极之后，病人似乎很快就能更加主动地醒来。他还能睁开眼睛，把头转向有人说话的那边。光是这些表现已经很了不起了，而且病人还在逐渐好转。6个月后，这项研究接近尾声时，病人不仅第一次开口说了一些简单的单词，叫出了一些物品的名称，甚至还说出了简短的句子。手术之前，病人几乎丧失了运动控制能力，就连咀嚼食物也无法完成；而现在，他能把杯子端到嘴边，一日三餐能自己吃了。这些进步都是非常显著的，但需要强调的是，尽管如此，这个病人终归患了重病，再也不能像没发病时一样。另外，这种方法在永久性植物人状态的病人身上是否有用，目前还没有定论。毕竟，永久性植物人状态的病人丝毫没有明显的意识迹象，与尼古拉斯的这位病人手术前的状况不一样。

还有一个与众不同、颇受争议的方法，是针对永久性植物人状态患

者的。这个方法主要是给这些患者服药。拉尔夫·克劳斯（Ralf Claus）及其同事提出的一些临时性证据显示，对于某些患者来说，服用唑吡旦这种普通的安眠药，可以让他们每次反常地醒来差不多4小时。好像他们的入睡和苏醒能力完全偏离了，而这种药物可以暂时对系统进行重新设定和校正。有一位完全没有意识迹象的永久性植物人患者，在服用了唑吡旦数小时后，就可以较好地口头回答一些问题，甚至还能进行简单的计算。尽管其他研究团队也证实了唑吡旦确实可以改善这类患者的意识水平，但是这种药似乎只对少数人（15人中大约1人）有用。

有时，具有少量意识迹象的患者会自然康复，甚至在昏睡多年后醒来。在一个著名的病例中，一位名叫特里·沃利斯的男子从自家的敞篷小货车中摔出去，导致脑部大面积损伤并且昏迷。事故发生数周之后，他被诊断为处于微意识状态。这种状态持续了19年，直到有一天，他突然恢复了正常的意识。又过了3天，他几乎可以正常说话了。表面看来，这个病例不啻奇迹。但是，当你仔细诊察各种细节时就会发现，他的状况远非一开始看上去的那么令人振奋。沃利斯患上了严重的健忘症，他的工作记忆非常糟糕，也丧失了制订计划或策略的能力。他容易冲动，性格也发生了变化，与遭遇车祸时19岁的他相比要幼稚得多。他的大脑扫描结果与其行为表现是相符的：严重脑萎缩。不过，也有一些好的证据表明，他大脑内新的通路正在生长，这或许正好解释了他当初为什么会自然苏醒吧。

从所有这些患者的状况来看，要想做出很好的预断，关键要看他们大脑的损伤程度以及导致患者处于目前状态的起始原因。我们不妨再来谈谈特里·夏沃的病例，尽管她的家人希望和祈祷她能康复，但令人遗憾的是，她的大脑萎缩得相当厉害（参见图9），所以肯定没有什么药物或仪器可以治好她了。

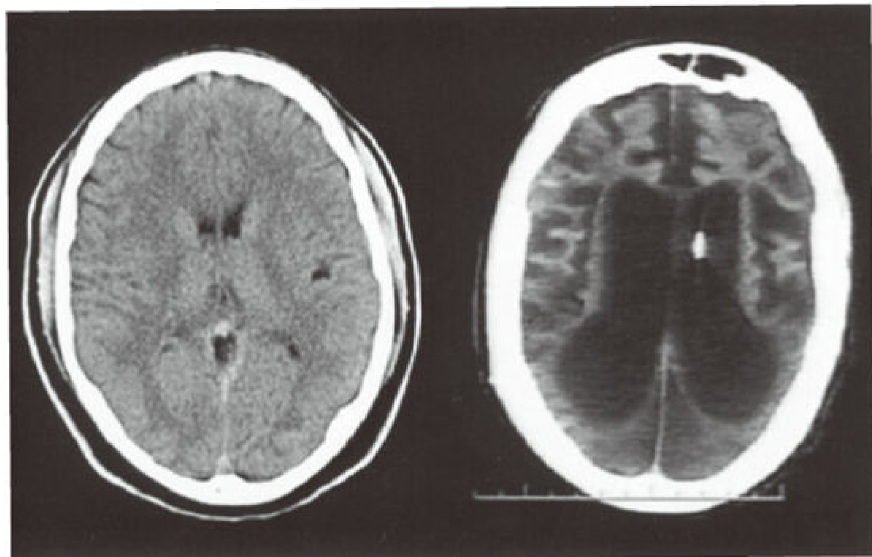


图9　大脑CT图片对比。左边是正常人的大脑CT图片，右边是特里·夏沃（Terri Schiavo）的大脑CT图片。

对于大多数处于永久性植物人状态的患者或遭受某种严重脑损伤的人来说，或许将来最有希望出现的有效治疗手段是干细胞疗法。从理论上说，注入脑内的干细胞可以变成新的神经元，从而使大面积的脑损伤彻底好转。但从目前来看，一方面，这一疗法其实非常危险，因为干细胞往往会形成肿瘤；另一方面，要让大部分的大脑皮层恢复也是相当困难的。而且，即使在未来几十年，干细胞疗法已成熟，成为一种切实可行的治疗方法，但患者在康复的同时，他们原有的大部分记忆、技能和个性可能也会因最初大脑的受损而被抹去。他们新的意识和个性要一点点地重新形成，这个过程可能会令人深感不安。很难想象这样的患者将要面对怎样的挑战，毕竟，即便是正常发育、过着正常生活的人，也要常常费力地从各种生活经验中寻找一条精神健康之路。

第8章　意识异常导致的精神疾病

破碎的意识

我与妻子在一起13年了。她为人热情，机智过人，在很多事情上我们看法一致，因此与她相处很容易。但有时候她却很难相处，这不能怪她，因为她患有双相障碍（bipolar disorder）。与其他双相障碍患者一样，我妻子经过精神疾病医生多年的诊治，排除了一系列其他病症，最终才被确诊为患了双相障碍。确诊后，医生开了很多药，大多没什么效果。每用一种新药，我们都要经历一次希望、失望、绝望的过程。

我妻子发病时，通常出现抑郁的情绪：她大部分时间在睡觉，说自己没有精神，不想做任何事情，有时候情绪低落到躺在床上一动不动。她不能做任何决定，不记得任何事情，一些平时很容易理解的事情也变得无法理解。整个人不是木木的，就是心烦意乱，她的思想和情感已完全没有理性可言。她的表现让人觉得她很丑，很胖，很笨，很不友善、人缘很差。而实际上，她很漂亮，体重指数只有21，还是遗传学博士，同时又获得牛津大学和剑桥大学好几个学位，她还有很多朋友，而且愿意为别人付出。

偶尔她会表现得很狂躁：睡得很少，有时候一两个晚上都不睡觉，情绪高昂，失去控制，很容易兴奋，像喝醉酒一样。她显得精力旺盛，实施各种计划，而在正常情况下她会认为某些计划只是浪费时间。她会将各种想法联结起来，好像在组织新的、富于创见的组块，但是这些联结没有任何意义，她的想法也很荒谬，事后会让人很尴尬。

当然，像双相障碍这样的病症很复杂。我妻子的症状与她的意识的

扭曲程度直接相关，这点让我很震惊。她处于抑郁的状态时，好像不具备足够的意识，老是感到很累，意识不到自己的极度非理性；处于狂躁的状态时，好像意识过于旺盛，不知疲倦，脑子里会产生各种各样不理智的想法。

医生给她开了很多治疗抑郁症和双相障碍的药，像选择性5-羟色胺再摄取抑制剂（SSRIs），这种药通过提高血清素含量治疗情绪低落；另外还开了像锂这样的镇定剂，以稳定她的情绪（锂的功效现在还不是很清楚）。有些药物使她的身体很不舒服，还有一两种药让她的精神状态一落千丈。总之，没有一种药物可以治疗她的双相障碍（对双相障碍患者来说，这种情况很常见）。最后，很幸运的是，她用了一种兴奋剂，只要一天时间，她的抑郁情绪就大为减轻。这种药不是很理想，可能对其他患者未必适用，但是比她试过的其他药物有效得多，用了之后，她比之前正常了很多。

为什么一种让人兴奋的药物会对人产生如此深刻的作用，从而让患者不再觉得自己毫无用处？如果从意识的角度研究精神疾病，会得到更好的治疗精神疾病的方法吗？

据世界卫生组织（WTO）统计，全世界有1/4的人患有不同程度的精神疾病，其中焦虑症和抑郁症最常见。自杀成为年轻人死亡的主要原因。像癌症或心脏病这样的重大病症，一般在一个人的生命后期出现，而精神疾病更多出现在青少年期或刚进入成年期。对患者来说，这不仅意味着痛苦会持续很久，而且会带来沉重的经济负担。

精神疾病带来的经济损失很难估算，但最近世界经济论坛做了一个统计。考虑到所有相关因素，如治病的直接费用、时间成本等，2010年全世界治疗精神疾病的费用高达2.5万亿美元。这个数字很惊人，但在未

来20年内还可能大幅度增长。在不久的将来，精神疾病造成的经济负担将在所有非传染性疾病造成的经济负担中占据最大比例。这些非传染性疾病包括心血管病、慢性呼吸道疾病、癌症和糖尿病。治疗精神疾病所需的费用是现今医疗总预算的一半，而实际情况是：如今只有小部分经费花在精神疾病治疗上。考虑到精神疾病所需的实际费用，精神疾病的治疗必定是医疗卫生系统中资金最短缺的一个项目。因此，提高经济增长最为合理的措施之一是关注大众的心理健康。

官方对精神疾病的忽视部分源于传统观念，认为精神疾病不是真正的疾病；另外一个原因是认为精神疾病太复杂了，很难得到有效治疗。第一个观点不正确，而且危害性很大，但第二个观点有其正确的一面。我们研究了几十年，还未能触及精神疾病最浅层次的东西。这点我和妻子感受颇深。原因之一是，很多精神疾病是由于基因和环境以极其复杂的方式相互作用而产生的。虽然如此，还是有一些新的观点揭示了精神疾病产生的深层原因。在治疗精神疾病方面，即使是小小的进步，都会对社会产生巨大作用，不仅减轻了患者的痛苦，还为经济发展提供了可能性。

在这一章，我将所有精神疾病重新定义为意识障碍。这种做法将有助于产生新的、有用的观点及治疗精神疾病的新方法。我还会在结语中建议，对意识的本质和作用的深入了解，有助于阐明和减轻我们每日面对的精神痛苦。

自闭症与意识过度

从意识和精神病学的角度看，自闭症是一种特殊的、让人捉摸不透的综合征。过去将自闭症看作一种社交障碍，现在观念改变了，认为是意识过剩导致自闭症。

自闭症患者在幼年时代就表现出明显的症状，包括不理解他人的思想和情感，语言表达能力低下，有强迫、重复的行为特征。大部分自闭症儿童都被认为是智力迟钝，而且这种状态会伴随终身。

和其他精神疾病一样，自闭症表现为一系列的症状，而不是单独的某个症状。而且，自闭症有各种不同的程度和类型。因此，我们通常会说“自闭症谱系障碍”（autism spectrum disorders），而不是简单地称“自闭症”。自闭症谱系障碍包括亚斯伯格综合征，这种病的患者有一些自闭症的症状（如社交能力很差），但通常能正常生活，而且智商很高。

传统的观点认为，自闭症患者具有某种先天缺陷，不具备社交能力，这也是自闭症患者不理解别人、无法与人交流的原因。过去很多理论都试图解释自闭症的各种症状，如与社交能力无关的重复行为。但如今这种传统观点已经过时了，越来越多的证据表明，患有严重自闭症的儿童在参加强化行为干预计划后，他们的社交能力与语言能力都能得到显著提高。这些干预计划让患病儿童参与游戏，鼓励他们进行交流，如“早期介入丹佛模式”（the Early Start Denver Model）与“爱子计划”（the Son Rise Program）。这些干预计划表明，患者的社交障碍不是自闭症产生的主要原因，而只是表示患者与其他人存在明显区别。

有一种理论认为，自闭症不是由于智力迟钝造成的，而是由于患者

体验到的信息过多造成的。换句话说，从某种角度看，自闭症患者的意识过剩，而他们表现出来的症状只是他们处理过剩意识的一种方式。

这种理论与传统观点不一致。传统观点认为，自闭症患者处理信息的能力很差，智力迟钝。而根据这个理论，大部分自闭症患者并没有智障问题。首先，亚斯伯格综合征（属于自闭症谱系的分支）的患者智商一般都很正常，有些患者还具有很高的智商。而且，一些医生、数学家和工程师都有某些自闭症症状。西蒙·巴伦·科恩（Simon Baron-Cohen）是研究自闭症的著名专家，他和伊恩·詹姆斯（Iain James）认为，一些著名人物，如爱因斯坦和牛顿，都患有亚斯伯格综合征。爱因斯坦费了很大劲才学会说话，很小的时候就是一个孤独的孩子，一直到7岁左右，他才改掉一个毛病——强迫性地重复说过的话。

一些自闭症患者确实智力低下，如不能独自上厕所。但是我认为，不能根据这点推论出他们一定不具备独自上厕所的能力。要判断一个小孩子语言能力低下或反感一些陌生的活动，是一项具有挑战性的任务。但是，越来越多的科学家反对给自闭症患者贴上智障的标签。一些研究者因为患者在某个测验中成绩不理想，就妄下论断，认为他们其他方面的能力也很差，这种做法也是在给患者贴标签。

测试智商有两种普遍却完全不同的方法。一种是韦氏智力测验。这种测验采用大范围测试的方法，让被试做很多测试，其中包括各种语言测试。另一种是瑞文推理测验，属于非文字测试，要求被试根据一个大图形中图案的逻辑规律，选择适当的小图形填入大图形的空缺中。不出所料，测试结果显示，很多自闭症儿童在传统的韦氏智力测验中成绩很差（因为这个测试包含语言能力测试），而在瑞文推理测验中，成绩提高了很多，比韦氏智力测验的成绩平均高出30～70分。而且，从整体来看，他们的智力和其他正常的孩子一样。

所以，自闭症患者通常不是智力迟钝。通过行为治疗，他们的社交障碍能够得到很大改进。但是，有什么证据表明他们的意识比正常人要丰富呢？实际上，很多不同来源的数据都可以证明这一点。

少数自闭症患者在某些方面具有超乎寻常的能力。例如，斯蒂芬·威尔特希尔只需要看一眼外面的景色，就能准确地画出一幅风景画。德里克·帕拉维奇尼双目失明，他可能不知道如何举起3个手指头，但他是一位出色的钢琴家，举办了多场音乐会，一个曲调他只要听过一次就能准确弹奏。还有第5章里提过的丹尼尔·塔米特，他具有高超的运算能力，能记住很长的数字。

根据最近的统计数字，大约只有10%的自闭症患者具有某种特殊能力。但是我们逐渐发现，大部分自闭症患者在感知或分析方面具有特殊才能。

从生物学角度看，自闭症与精神分裂症恰恰相反。这两种病症同样源于基因异常，但是精神分裂症是一个特定基因产生变异——缺失一个DNA片段，而自闭症是另外一种变异——复制同一个DNA片段。而且，精神分裂症患者在童年时期大脑发育缓慢，而自闭症儿童的大脑发育速度比正常儿童快。

很多自闭症患者能细致入微地观察周围世界，他们的注意比正常人更集中、持久。但是过多的信息会造成巨大压力。自闭症患者讨厌吵闹和繁忙的场面。正常人听到尖锐的、出人意料的声音，注意会被吸引，而这些声音在自闭症患者听来尤其尖锐，有些患者还会出现轻微的联觉，如特别吵闹的声音会让他们产生瞬间的视觉幻象[1]，似乎声音太强烈，以致涌到其他感觉中。这种不经意的感觉混合现象说明，自闭症患者的信息组合能力特别强。

如果自闭症患者的意识比普通人丰富，按照我在这本书里的观点，可以推导出他们的思维具有更多的模式和结构。我认为这是自闭症的一个标志性特征，而且这种情况很普遍，不管是能力低下的自闭症儿童，还是患有亚斯伯格综合征的天才，都具有这个特征。

为了压缩过剩的意识以减轻压力，很多自闭症患者会建构各种结构，不管是在他们的头脑中还是在现实生活中。他们会小心翼翼地搭积木，并制订很多规则，有很多习惯性动作。这些做法的目的是减少生活中的新奇和混乱，代之以有规律的、压缩的模式。这也是他们寻求具有很强规律性的爱好（如数学运算，成为“活日历”等）的原因。事实上，自闭症患者拥有的特殊才能只限定在一个小范围内，但是这些才能大多与具有逻辑性和等级结构的意义模式有关。我们很多人都渴望模式和结构，如我们喜欢玩数独游戏和纵横字谜游戏。但是自闭症患者的渴望更迫切，更持久。关注结构以及习惯性地运用组块，成了自闭症患者的救生艇，为了不被意识信息的海洋淹没，他们拼命地抓住这艘救生艇。同时，寻找模式也成了他们的生活乐趣，给他们带来安全感。例如，丹尼尔·塔米特在自传《出生在蓝色的一天》（Born on a Blue Day）中用富于诗意的语言写道：“我的书页上满是数字，被数字包围着，让我很开心，就像裹在舒适的数字地毯中。”

一些自闭症患者语言能力弱，或者缺乏社交技巧，我认为部分原因在于，他们一开始就被其他更具有模式性的东西所吸引，没有兴趣学习语言或社交技巧，而原本他们完全有可能掌握这些技能。例如，塔米特在十几岁时就尽力学习各种社交规则，每次我碰到他，他都很亲切、热心。他还能讲10种语言，对隐藏在文字中的逻辑结构非常着迷。由于社会生活太混乱、无序、不可预知、无法掌控，自闭症患者很容易感到沮丧。相对而言，他们的精神生活更具逻辑性。换句话说，自闭症患者最

初避开社会生活，是因为他们感受到的信息量过多，无法有效压缩，让他们感到压力过大。

一些自闭症患者的内心世界极其丰富，给他们贴上“能力低下”的标签很不合适。虽然如此，但如果他们感到非常痛苦，还是需要进行治疗。行为治疗的理念是：无法理解他人的情感以及社交能力低下不是自闭症的主要特征，而且这种状况不是不可改变的。如今自闭症的药物治疗效果不显著，但有一种新药——阿巴氯芬（arbaclofen）能够产生明显效果。这种药可能就是针对自闭症患者具有过多意识而研制的。正常人的大脑内有很多神经递质，一些神经递质鼓励神经元发射，另一些神经递质则抑制神经元活动。而自闭症患者大脑内的神经递质出现失调：加速大脑活动的主要神经递质——谷氨酸过多，而与之相对的γ氨基丁酸（GABA）不够，使神经元发射受到抑制。阿巴氯芬能够调节神经递质失调，使自闭症患者的意识恢复正常，从而快速提高他们的社交能力。

[1]我认为，比起普通人，自闭症患者出现联觉的情况更为普遍，虽然还没有发现这方面的研究。

睡眠的重要性

自闭症的情况很特殊，是由于意识过剩导致的，而其他一些精神疾病却是因为意识萎缩造成的。大部分患者出现意识萎缩，是由于睡眠紊乱，而睡眠问题很容易得到改善。

我很幸运，没有患上精神疾病。只要不喝浓咖啡，我的睡眠质量就很好。在睡眠质量不好的时候，我能稍稍体会到精神疾病患者的痛苦。在学生时代，有时候为了赶作业或社交活动，我会睡得很少。如果连续两天只睡了几个小时，我就像变了个人，感觉很糟糕，好像一下子老了很多。我好像得了健忘症，不记得一些重要的细节问题，比如电脑密码或朋友的名字。我强撑着做点简单的事情（如做饭），整个脑子晕晕乎乎的，很糊涂。而且，我会变得越来越焦虑，感到压力越来越大，没有平时那么自信了。更让人吃惊的是，我会出现幻觉。这种幻觉不是听到陌生的声音，或是看到虚幻的人物，或其他一些奇怪的事情；而是经常感到旁边陌生人的谈话中似乎提到我的名字，或者感觉地毯上的图案在转动。与精神疾病患者不同的是，我只要一个晚上睡好了，这种幻觉就会消失。但很多人却别无选择。

睡眠和做梦在我们生活中很平常，却也很奇特。我们有1/3的时间在床上度过，期间我们要么几乎意识不到任何东西，要么感受到一些离奇的、不连贯的事情。咖啡因是世界上最流行的药物，能够赶走睡意。如果一个晚上不睡觉，我们马上会出现认知障碍。连续两个晚上或超过两个晚上不睡觉，可能会出现短暂的精神错乱。超过48小时，我们几乎不可能抵御睡魔的侵袭。而如果缺乏其他重要的东西（如食物），我们的感受不会这么强烈。

我在犹太人家庭长大，对禁食并不陌生。在赎罪日，我们要坚持25个小时不吃东西，不喝水（但不禁止睡觉）。我一直记得在11岁那年的赎罪日发生的事情。按照规定，我过了13岁生日才开始禁食。11岁时，我的观念已经向无神论转变。但是出于好奇，我坚持要禁食，想知道禁食到底是什么感觉以及自己是否能坚持到底。到了下午3点钟左右，我已经禁食近19个小时，没吃过东西，没喝过水。这时，我在祷告过程中悄悄溜出去，和一帮朋友在大楼另一头一个空置的大厅里踢足球。在身体处于几乎脱水的状况下，跑上一个小时并不明智，但是那天我踢得还不错。到了晚饭时间，不需要禁食了，我惊奇地发现，原来一整天不吃不喝也很容易做到。

与这种情况相对照的是：如果要24小时不睡觉，我不可能撑到最后还能保持清醒。

在老鼠身上做实验发现，一个月不睡觉会带来致命的后果。几乎所有动物都需要睡眠，昆虫也不例外。大多数科学家认为，我们平时打个盹，尤其是做梦，会极大提高学习效率和记忆能力。神经元在一天工作后会感到“疲倦”，需要减少活动量，休整一阵子，为第二天工作做准备。为了使大脑能灵活有效地处理信息，我们必须睡眠。

因此，想要意识顺畅清晰，我们需要一段平静的睡眠时间。睡眠与健康的关系并非什么惊天动地的科学发现，然而我们还是经常忽视睡眠的重要性。现代生活繁忙紧张，使我们忽视了一点：睡眠很容易受影响，睡眠质量不好会严重影响心理健康。

人类存在普遍的睡眠问题，在所有动物中，人类的睡眠问题最严重。同样人类也是最容易患上精神疾病的动物。很不幸，睡眠障碍是我们为复杂的大脑和丰富的意识付出的另一种代价。几十年前我们就发

现，睡眠问题与精神疾病有关。但过去的观念一直认为，睡眠问题是精神疾病的一种症状，而不是引起精神疾病的原因。现在，我们开始反过来思考问题了。

表面上看，很难判断睡眠障碍是精神疾病产生的原因还是结果。处于抑郁情绪中的患者感到很虚弱，因而产生巨大压力，无法入睡；而睡眠不好反过来让患者更加紧张、焦虑、沮丧，形成恶性循环。但实际上，有办法判断两者关系。

睡眠呼吸障碍会引起深层的睡眠中断。患者通常意识不到这个问题，甚至持续几年时间都毫无知觉。睡眠呼吸暂停是最常见的一种情况：由于器官阻塞，患者睡着时，呼吸在几分钟内就暂停一次。这种伪窒息（pseudo-suffocation）会让人醒过来一会儿，但醒来的时间很短，第二天早上不会记得。有一点很重要，睡眠呼吸障碍与大脑无关，而是因为咽喉的功能出现障碍。保罗·佩帕德（Paul Peppard）和同事研究发现，睡眠呼吸障碍患者更容易得抑郁症。换句话说，长期睡眠质量不好会引发抑郁症。

另一种相关情况是季节性情感障碍（SAD）。这是一种在冬季出现的抑郁症，因为冬季白天变短，日照时间不够长。患者通常感到困倦、虚弱无力、情绪低落，好像进入半冬眠状态（很可能事实就是如此，这种状况是早期哺乳动物进化过程的残余）。治疗这种病最简单的方法是光疗法（light therapy）：让患者靠近一种经过特殊设计的灯，以灯光代替患者所需的阳光。这种治疗的目的是提高患者注意水平，以驱逐忧郁情绪。

注意缺陷多动障碍（ADHD）与睡眠和意识的关系更明显。这是一种儿童疾病，有些人认为这种疾病的症状很模糊，由此产生危险的过度

诊断，或是使用容易上瘾的药物治疗。然而，患这种病的儿童确实存在严重障碍。这种病是遗传的，患者的工作记忆萎缩，表现出容易冲动、过于活跃、注意力不集中的症状。工作记忆萎缩意味着意识水平降低。睡眠不好很可能是导致注意缺陷多动障碍的原因之一，这点同样可由睡眠呼吸暂停这一病症得到证明。

戴维·格扎尔（David Gozal）和他的同事发现，患有睡眠呼吸暂停的5~7岁儿童很可能会出现注意缺陷多动障碍症状。但是，多数确诊为患有注意缺陷多动障碍的儿童没有出现睡眠呼吸暂停现象，可能是因为他们的症状是由基因异常引起的。尽管如此，这些儿童的睡眠状况与正常儿童很不一样。他们的快速眼动睡眠期（REM）、做梦期都比正常儿童要迟，而且时间也要短一些。这两个睡眠阶段对学习和记忆最重要。如果我们前一天睡得不好，第二天快速眼动睡眠期会增长，以弥补前一天的不足。抑郁症患者和精神分裂症患者都会出现快速眼动睡眠紊乱。

如果一个孩子很累了，却还很兴奋，而且老喜欢调皮捣蛋，那么他可能由于长期睡眠不足而出现注意缺陷多动障碍。这种病的患者感觉麻木、迟钝，似乎处于半有意识半无意识的状态，而且他们会机械地做很多事情，好像通过这种方式补偿麻木的状态。患有注意缺陷多动障碍儿童的前额叶-顶叶网络长期处于被抑制的状态。

有人可能会想当然地认为，安定药或低剂量的镇定剂可以用来治疗多动症，使患者平静下来。事实恰好相反，在确定患者很累了后，医生普遍使用利他林（Ritalin）这样的兴奋剂进行治疗。

双相障碍与注意缺陷多动障碍都与睡眠有关。例如，双相障碍患者如果一个晚上不睡觉，会出现狂躁情绪，或者出现生物钟被打乱，觉醒周期平衡被打破的后果。

事实上，几乎所有的重大精神疾病案例都表明，睡眠紊乱与精神疾病症状关系密切。例如，单相抑郁症、季节性情感障碍、双相障碍、狂躁症、惊恐症、创伤后压力心理障碍症、强迫症、注意缺陷多动障碍和精神分裂症，都与调节睡眠的基因和分子活动出现异常有关。

如果上述精神疾病与患者清醒时长期意识水平低下有关系，那么兴奋剂也许会缓解患者的病症。利他林是治疗注意缺陷多动障碍的常用药，治疗其他精神疾病有什么药物呢？我妻子用来治疗双相障碍的兴奋药是咖啡因，多年来她在白天会喝很多咖啡，只有这样才会感觉好一些。也许咖啡对很多女性来说，能够有效对抗抑郁症（到目前为止，没有研究证明咖啡对男性也起到同样作用）。例如，艾奇罗·卡瓦奇（Ichiro Kawachi）和他的同事的研究结果证明，喝咖啡能有效防止自杀。最近米歇尔·卢卡斯（Michel Lucas）和他的同事的另一个研究表明，多喝咖啡会降低患抑郁症的几率。精神病学家开始逐渐认识到，兴奋剂能有效治疗许多精神疾病。为了在精神疾病治疗方面取得突破性进展，有必要强调兴奋剂的作用。

改善精神病患者的睡眠质量，提高他们的意识水平的另一种方式是光疗法。众所周知，光疗法对治疗季节性情感障碍很有效，它同样有助于其他精神疾病的治疗，包括各种形式的抑郁症、注意缺陷多动障碍，甚至是帕金森氏症以及痴呆症。

总之，精神病学领域内的一些观点开始转变，睡眠紊乱被看作精神疾病产生的重要的潜在因素，而不是精神疾病的一种症状。精神疾病的治疗开始关注提高患者的睡眠质量以及日常的觉醒程度。

工作记忆失灵

越来越多的证据表明，缺乏清醒的意识会导致一系列的精神疾病。问题在于，为什么意识的缺乏会让人患精神疾病，而不是仅仅感到累而已？我认为，工作记忆容量的缩小与意识萎缩有密切关系。工作记忆容量缩小，会导致心理控制能力变弱，处理问题能力低下，不会意识到自己的思维和行为正在向危险的方向发展。

有没有证据表明睡眠紊乱会使工作记忆萎缩？针对儿童的方法是观察他们日常的睡眠质量，然后分析睡眠质量的好坏是否影响工作记忆。如果睡眠质量不好，会妨碍儿童完成与工作记忆相关的任务。针对健康的成年人，不是用观察的方法，而是采用控制手段：让他们一个晚上不睡觉，然后记录下他们第二天的行为，并通过功能性磁共振扫描仪检测他们的大脑活动。Michael Chee与Wei Chieh Choo做了这项研究，发现睡眠不足不仅影响工作记忆，而且影响前额叶-顶叶网络正常运作。根据这项研究，20岁出头的年轻人一个晚上不睡觉，他们的大脑活动状态与70岁老人的大脑活动状态类似。罗伯特·托马斯（Robert Thomas）和他的同事对患有睡眠呼吸暂停的成年患者进行研究，结果也是如此。睡眠中断的患者在完成与语言工作记忆相关的任务时，反应速度慢，而且准确性低，同时他们大脑前额叶皮层的活动也减少了。

还有一些间接的、不那么有趣的证据也表明睡眠质量不好会使工作记忆空间萎缩。光疗法能够减轻患者症状，同时也能使正常被试更好完成与注意和工作记忆相关的任务。很多证据都表明，睡眠紊乱会缩小工作记忆容量，而且降低与意识相关的大脑皮层的运作效率。

患有注意缺陷多动障碍儿童的工作记忆容量尤其小。如此狭小的工

作记忆空间如何容纳意识的内容呢？他们会尽其所能地回避那些让他们有限的意识资源带来负担的任务：逃避很难的学习任务，在很多任务间不停转换，因为他们的工作记忆空间无法长时间储存一个任务。他们表现得很冲动，有时候甚至有暴力行为，因为抑制原始的冲动，表现得节制、理性，需要意识达到相当高的水平。

如果意识萎缩，我们的控制能力会变弱，因为工作记忆空间缩小了。巴巴·希夫（Baba Shiv）和亚历山大·费多里金（Alexander Fedorikhin）做了一个实验，结果让人吃惊。实验过程如下。让参加实验的大学生选择，记住7位数字长度的数目或是2位数字长度的数目。如果他们能够很好地完成任务，就给他们零食作为奖励。他们可以在两种零食中选择一种：水果沙拉（这是一种健康但并不特别诱人的事物）与巧克力蛋糕（看上去非常美味，但是吃了会发胖）。记住7位数字长度的数目的大学生多数选择巧克力蛋糕作为奖励，似乎他们的工作记忆被高难度的7位数字的数目填满了，没有多余的空间，不能理性地控制自己的饮食习惯。[1]健康的成年人仅仅要记住很长的数字，就会影响他们的控制力。因此，患注意缺陷多动障碍的意识萎缩的儿童表现得冲动、失去控制就一点都不奇怪了。

精神分裂症患者的工作记忆容量也会明显缩小。事实上，这个特征在精神分裂症患者身上表现得尤其明显，因而有些精神病学家认为精神分裂症患者几乎所有的症状都是由于工作记忆萎缩造成的。和注意缺陷多动障碍患者一样，精神分裂症患者的前额叶皮层也存在功能障碍。

工作记忆与意识的萎缩会导致一些不好的后果。完成高难度的任务需要很强的理解能力和控制能力，对注意缺陷多动障碍患者来说，根本不可能完成这样的任务，所以这些患者会回避难度较大的活动。精神分裂症患者的基因异常，甚至不能意识到自己的认知局限。他们不像注意

缺陷多动障碍患者那样回避过于繁重的信息，而是完全接受这些信息，并且试图运用他们破碎的意识去发现隐藏在信息背后的结构。自闭症患者也一直在寻找模式，他们通常做得很成功，而且寻找模式成了他们缓解痛苦的一种方式。当然，正常人也在寻找模式，但我们经常妄下结论，或者由于信息数据过少而产生迷信想法。精神分裂症患者工作记忆空间有限，意识水平降低，从而形成错误想法，并将错误放大了100倍，最终产生各种纷繁复杂的错觉和幻想。精神分裂症患者的意识有缺陷，他们无法纠正这些错觉和幻想。

[1]长期睡眠不好与肥胖症有明显关系，具体原因现在还不清楚。我从这个实验推论，部分原因是由于睡眠质量不好，导致工作记忆空间缩小，心理控制能力减弱，形成不健康的饮食习惯，因而导致肥胖症。

神经递质失衡导致意识异常

工作记忆空间缩小是注意缺陷多动障碍和精神分裂症的主要特征。如何才能提高工作记忆和意识的运作效率，缓解患者的痛苦呢？

治疗注意缺陷多动障碍的药物，主要是针对前额叶皮层不能正常运作的情况。像利他林这样的兴奋药，其作用是增加神经递质多巴胺的数量。这些神经递质直接关系到前额叶-顶叶网络的正常运作。让健康的被试服用利他林，然后给他做大脑扫描，会发现，不仅他的工作记忆能力增强了（尤其在一开始他的工作记忆容量很小的情况下），而且前额叶-顶叶网络的运作效率也提高了。利他林可以增加注意缺陷多动障碍患者所缺乏的神经递质数量，使患者工作记忆容量达到正常水平，从而提升患者意识。

遗憾的是，这些兴奋药对精神分裂症患者不起作用。精神分裂症患者的前额叶皮层多巴胺过剩，如果让他们服用利他林会引发精神疾病症状。前额叶皮层多巴胺数量适中，工作记忆才能达到最佳状态，多巴胺过多或过少都会导致工作记忆萎缩。

以前，人们一直以为治疗注意缺陷多动障碍和精神分裂症的关键是改善患者前额叶皮层多巴胺失调的状态。大多数治疗精神分裂症的药物，其作用都是抑制多巴胺分泌。尽管这种调节多巴胺数量的治疗方式适合注意缺陷多动障碍，但是最近有研究表明，治疗精神分裂症要针对的不是多巴胺，而是谷氨酸。谷氨酸是大脑内最普通的神经递质，其作用是促使神经元发射并使意识保持在一定水平。

自闭症患者大脑内的谷氨酸过剩，而精神分裂症患者大脑内的谷氨酸严重缺乏，影响了前额叶皮层多巴胺的活动。注意缺陷多动障碍患者

工作记忆的容量萎缩，主要是因为前额叶皮层多巴胺过少，而精神分裂症患者的工作记忆萎缩却是由于谷氨酸失衡，导致意识水平不正常。由此可见，精神分裂症患者的注意系统很可能出现严重紊乱，因此患者总是感到自己很没用，没有人需要他们。注意系统紊乱，加上存贮信息空间缩小，导致患者接收到的信息是破碎的、无序的，而且接受到的信息量超过了患者能够承受的范围。

多巴胺失调之所以不再被看作导致精神分裂症产生的主要原因，得益于一种麻醉药——氯胺酮（ketamine，又称克他命）。氯胺酮是一种全身麻醉药，通过抑制谷氨酸系统而使病人失去意识，大脑活动急剧减弱。但是如果给正常人注射低剂量的氯胺酮，氯胺酮一旦传递到大脑，正常人就会产生精神分裂症状，而且工作记忆容量也会缩小。例如，健康的被试会产生幻听，或坚持认为是外星人在给他们做测验。如果给精神分裂症患者注射低剂量的氯胺酮，会加重患者的症状，使患者退回到最严重的发病状态。所以，低剂量的氯胺酮会抑制神经元活动，但不会使人失去意识。不管怎样，氯胺酮还是会降低意识和工作记忆的功能，使人短暂地出现精神分裂症状。

精神分裂症患者表现出活跃、不安的症状，从表面上看，很难将其与意识萎缩联系起来。但是深入研究会发现，患者工作记忆空间缩小，前额叶功能失调，谷氨酸处于半麻木状态。很明显，患者的意识萎缩了。

现在治疗精神分裂症的药物还是针对改善多巴胺系统，但是这些药物对患者的作用很小，不能有效治疗患者的幻觉，主要是作为镇定剂减轻患者的痛苦。因此，找到新的治疗方法非常重要。现在的药物主要针对由多巴胺过剩导致的神经递质失调，而不是重要的谷氨酸失调。这些药物只对40%的精神分裂症患者产生作用，而且具有明显的副作用。

67%的患者认为这些药物有害，其中一个最常见的副作用是让人觉得很困乏。一些非正式的证据甚至显示，从长期来看，没有用过抗精神疾病药物的患者比用过抗精神疾病药物的患者情况好很多。

精神分裂症的根本原因是谷氨酸活动异常，有没有治疗这方面的药物呢？如果一种药物能使谷氨酸达到正常水平，这种药物很可能会间接增强前额叶皮层多巴胺的活动，从而提高工作记忆功能，使意识正常化。这种新药物还在研制中，但已经有所进展。例如，美国礼来制药公司的桑迪普·佩蒂尔（Sandeep Patil）和同事研制出了一种改善谷氨酸系统的药物，对治疗精神分裂症有作用。这种药的作用机制与治疗自闭症的阿巴氯芬正好相反。这种药目前还处于早期试验阶段，对患者有积极作用。希望类似的药物能够很快进入临床应用，使精神分裂症患者过上正常的生活。

很多抗精神疾病药物的效果都不明显，开发新药只能解决部分问题。如今已经研制出了改善大脑内神经递质活动的药物，但是精神病学家很难判断患者的神经递质出了哪方面的问题，在给患者用药之前无法知道患者对这种药有何反应。

在陪妻子去看病过程中，我发现，每次医生做的诊断都和上一次一样，然后开一些常规的药物。开始是最常用的药，如果这种药没起作用，每隔6个月换一种新药。如果所有药物都不起作用，医生就会同时开几种药。我问医生，是否知道几种药混合起来对患者大脑会产生什么影响。医生回答，这些药物混合起来使用不会有什么害处，但他们也不知道对患者会产生何种效果，他们只知道混合起来的药物对某些患者有作用。

这件事情让我明白，我们掌握的神经科学知识还远远不够。不少例

子证明我们对大脑有了一定程度的了解。治疗一种疾病，如果开始用的方法是错误的，后来我们会找到正确的方法。例如，之前我们治疗精神分裂症的方法是错误的，后来才知道治疗这种病要改善谷氨酸这种神经递质的活动。尽管如此，从整体看，神经活动的复杂性让人生畏。我们对神经活动了解得越多，就越能认识到神经活动的复杂性，这不是一个神经递质如何与其他神经递质相互作用的问题。从小范围来说，单个基因有很多作用，RNA片段可以决定单个基因是否发挥作用；而不含基因的DNA片段（“垃圾DNA”）能间接改变神经递质的作用。

所以这个领域的临床医生很不好当。他们的工作是治疗患者精神方面的症状，但这些症状却是由大脑的异常引起的，很可能是神经递质系统出了问题（虽然有些病症是由于大脑没发育好造成结构异常而引起的）。即使是神经递质出现问题，引起神经递质异常的因素也有很多。

因此，一方面，精神病学家主要研究未解决的心理问题，并尝试用药物缓解患者的痛苦；另一方面，今后要重点研究精神病患者的大脑异常现象，在此基础上找到解决办法。

精神病学相关领域的研究使我们更深入地了解大脑的复杂性，从而使精神病学研究有了进展。一些研究成果很快被应用到临床，以帮助诊断治疗。例如，研究发现，一些对多巴胺和前额叶功能进行编码的基因与精神疾病产生有关系。这些研究结果进一步证明了意识和精神疾病的密切关系。研究还发现，另一些基因变体决定我们是否会对选择性5-羟色胺再摄取抑制剂产生反应，或决定药物是否能通过血脑屏障传递到目的地。研究者还分析了血液和脊柱里的化学物质，希望发现一些化学物质，能解释大脑运作失常的原因。而且，通过新的大脑扫描技术，我们可以观察到患者用了药物后大脑内神经递质的变化。

我们希望通过这些方法，对神经病综合征做出更准确的诊断，并且判断哪些药物有效，哪些无效，最终发现根治精神疾病的新药。

认知训练方法

很明显，不管从功效还是从副作用来看，目前治疗精神疾病的药物都不是很理想。更可靠的方法是采取行为治疗。如果行为治疗有效，很值得一试。像注意缺陷多动障碍和精神分裂症是由于工作记忆功能降低引起的，针对这个问题进行治疗能提高患者意识水平，使其正常生活，更好地控制自己的思想和行为。

现在流行的“脑力训练”可能会提高工作记忆能力。目前，对这种通过游戏方式训练大脑的方法评价不佳：健康的成年人（老年人除外）玩这种游戏，并不能改善他们的大脑功能。[1]

但是，合理的、专门用来提升工作记忆功能的脑力训练很有可能缓解精神疾病带来的痛苦。

例如，托克尔·克林伯格（Torkel Klingberg）和同事让患有注意缺陷多动障碍的儿童完成一组工作记忆的任务，实验连续进行了3周。研究者发现，这些儿童的工作记忆能力和智商水平都得到了提高，而且患病症状也减轻了。通过脑成像扫描发现，类似的训练能增强前额叶-顶叶网络的活动。

与药物的作用相比，脑力训练还能产生更为有趣的效果。强尼·霍姆斯（Joni Holmes）和同事对比利他林和脑力训练方法对注意缺陷多动障碍患者工作记忆所起的作用，发现脑力训练的效果比药物的效果要强很多，而且脑力训练的效果能保持6个月。因此，对患有注意缺陷多动障碍的儿童来说，通过改善工作记忆功能从而提高意识和控制能力的一种有效方式是认知训练。

很奇怪的是，认知训练甚至能治疗精神分裂症，这种病症与工作记忆严重受损有关。梅利莎·费希尔（Melissa Fisher）和同事使用旧金山“假想科学”（Posit-Science）公司提供的认知训练方案，对患者进行至少50个小时的工作记忆强化训练。神经分裂症患者的认知技能以及日常生活能力都得到提高，而且效果可维持6个月。

一方面，有一点让人感到惊奇：仅仅通过改善工作记忆功能就能缓解患者严重的症状。另一方面，提高意识能力确实能够使患者避免产生错误模式，提高控制能力、信息处理能力以及解决问题的能力。

[1]然而，有证据表明，65岁以上的人做这种认知训练能够防止老年痴呆。

压力与意识的对抗

工作记忆能力低于正常水平是注意缺陷多动障碍和精神分裂症的特征，但不是所有精神疾病的重要特征（尽管精神疾病发作时出现暂时的意识萎缩能解释很多问题）。事实上，意识萎缩并不适用于所有精神分裂症患者。虽然大部分精神分裂症患者在发病前智力和工作记忆能力都很低下，但是有一部分患者的情况刚好相反，他们的智商非常高，在一段时间内还极富创造力。

最著名的例子是诺贝尔经济学奖获得者约翰·纳什（John Nash）的案例，西尔维娅·纳萨尔（Sylvia Nasar）将他的故事写成一本书《美丽心灵》（A Beautiful Mind），后来被拍成好莱坞电影，轰动一时。当纳什的学术生涯正处于上升期时，他那天才的头脑出现了问题。纳什不再关注数学问题，而是将注意转向稀奇古怪的阴谋，制订各种华而不实的计划，产生偏执性妄想。

他会有各种很奇怪的想法。例如，他认为戴红色领带的人是“秘密共产党员”；他发疯般地跟同事抱怨，说外星人正在摧毁他的事业；甚至给华盛顿很多大使馆写信，声称自己正在组建一个世界性的政府，想与他们探讨一些问题；他还计划成为南极洲的君主。他的这些想法极其荒谬，虽然他自己认为很正确。很快，他的病情加重，最后变疯了。

纳什第一次精神病发作之前，精神上过于疲劳，长时间压力过大：繁重的教学任务，深奥的数学研究，加上他妻子马上要生孩子，都给他带来很大压力。

纳什的例子说明，小部分非常优秀的人总是在思考高难度的问题，这可能会导致精神失衡。像纳什这样的人很擅长发现结构，而且会长时

间地关注一个主题，这使他们的前额叶-顶叶网络压力过大。一旦精神失衡的情况加重，他们会比其他人更容易产生复杂的偏执性妄想，这反过来又加重了他们的精神压力。

众所周知，几乎所有的精神疾病都是由压力过大引发的。纳什悲剧性的生活表明，压力会损坏最有才华的头脑，使人饱受噩梦般的折磨。为了深入了解精神疾病，我们需要知道压力是如何形成的，以及压力是如何影响意识和大脑皮层的。

我们在碰到很大的威胁，或者面临生命危险（如一辆失控的小车正向我们冲过来）的时候，会产生一种张力。一方面是采取行动：尽快做出决定，马上跑开。另一方面，我们不必匆促下决定，因为我们跑开时可能会撞上另一辆车，而且，我们也可以躲在一道坚固的障碍后面避开小车。我们的情感和思想都反映了这种张力。首先，我们感到恐惧，体内会产生某些化学物质，做好了逃离危险的准备。负责恐惧的杏仁核会抑制前额叶皮层的活动，因此我们不会想太多，马上就做出反应。其次，前额叶-顶叶网络对发生的情况会做详细、慎重的评估，如注意到我们虽然深处危险，但向我们冲过来的小车只是出现在电影屏幕上，事实上我们很安全。因此，处于半抑制状态的前额叶皮层可以反过来抑制杏仁核的活动，从而抑制了恐惧感，使我们能够重新控制自己的活动。

在我们现实生活中，杏仁核经常会获胜，而事实上完全没有必要。如果我们像祖先那样，生活在一个十分危险的环境中：经常被大型猫科动物追赶，被暴躁的犀牛和大象攻击，被凶恶的蛇咬，其他部族成员也会攻击我们，与我们对立的部落还会向我们开战，那么保持恐惧的心理是必要的，虽然我们还不能确定，长期处于恐惧状态对我们的祖先是否真的有利（一些极端的情况除外）。

一个简单的事实是：大部分情况下，意识与创新优越于本能的恐惧。我们每个人每天都面临潜在的致命危险：下楼梯时可能会摔死，过马路时可能会被撞死。但是我们知道这些情况不会经常发生，我们的日子照样过。智力不如我们的其他动物碰到这种情况的反应完全相反，如猫很可能在穿过拥挤的马路时，感到莫大的恐惧。

我们大部分人，尤其是发达国家的人，现在的生活比过去安全得多。但是我们还是会有这种源自进化遗传的原始的恐惧感：我们紧张某件重要的事情时，恐惧感就产生了，不管这件事是否会威胁到我们的生活。当我们要做一次公开演讲时，或参加一场锦标赛时，我们就会感到紧张。杏仁核会使前额叶-顶叶网络停止工作。这时，我们只注意到使我们紧张的事情，而意识不到其他事情，如在交谈过程中，我们会忘了回答别人提出的问题，因为回答问题需要意识的参与才能完成。

产生压力的主要原因是：我们将很多安全的事情看作具有威胁性的事情。产生这种情况，一方面是因为在控制思想和行为时，我们原始的无意识占了上风；另一方面跟我们的习惯有关，这些习惯是我们在平时应付类似情况的过程中形成的。

我们总是在寻找组块，这使我们成功地控制周围环境。但是应用到内在的情感世界，寻找组块的行为会遭到惨重失败。我们在生活中不断运用经过多年才形成的根深蒂固的组块，却经常低估这些组块的作用。我们刚出生时没有任何自我保护能力，只有少数几项本能，但是我们的大脑非常善于学习。实际上，我们生活中的每一个方面（如何行动，白天如何工作，晚上做何种娱乐活动）都属于我们掌握的众多组块之一。如在电话里向父母亲问好，我们刷牙的方式以及关电脑的方式，这些生活中的细节都是对过去的重复，具有某种结构，是种老套的策略。只有这样，我们才能精确地控制周围环境，才能意识到新的复杂事情并做出

反应。

有些组块会使我们做出非理性的反应。比如，像我妻子这样的抑郁症患者，在测试中成绩不佳，这会让他们以为自己很笨。我和某些人说话时偶尔会感到紧张，不是因为他们将会对我说什么，或者他们曾经对我说过什么，而仅仅因为过去有一次我和他们说话时曾感到紧张，这种紧张感成了我无法摆脱的习惯。这些组块平时用得太多，以至于我们几乎意识不到，就如同打网球时我们几乎意识不到正手击球动作是如何完成的。

精神病患者的组块尤其具有破坏性。刚开始的时候，他们像大部分正常人一样，错误地认为某一事件有巨大危险性，但之后他们还是不能发现其实根本没有危险。他们会将某一事件与危险相联系，形成组块，强化两者的关系。一旦产生这种想法，他们不断感到类似事件会造成巨大威胁。如果不想办法改善这种状况，情况会恶化。例如，如果某人在社交场合看上去很傻的话，他会为此感到恐惧。如果他养成习惯，拒绝参加任何社交活动，那么他永远无法克服这种社交恐惧。再如，某个人很在意脸上的一个斑点，每次见人都要画上浓妆，说明这个人在这方面很不正常。

我们在理解和创新方面颇具才华，但不幸的是，我们同样擅长通过各种方式给自己造成长期的压力和痛苦，不让前额叶-顶叶网络发挥作用，而是受杏仁核支配。如果我们经常面对压力和恐惧，杏仁核会过于活跃，从而对神经造成损害。这反过来会影响前额叶-顶叶网络的活动，使意识空间缩小，处理问题能力降低；控制力也受到影响，大脑过滤无用的情感和想法的能力变弱。

这种神经失调状态如果持续下去，会造成永久性损伤。例如，给抑

郁症和焦虑症患者看让人害怕的刺激物，然后通过扫描仪观察他们的大脑活动，就会发现他们大脑的杏仁核活动加剧。即使他们在执行一项需要工作记忆或注意参与的任务，他们的前额叶-顶叶网络某些部分的活动也减弱了，好像这些区域的活动受到长期抑制。

因此，持续的压力或焦虑会使前额叶-顶叶网络停止活动，工作记忆不能正常运作，从而降低意识水平。在这种情况下，大脑会做出恐惧的反应，产生负面效果。杏仁核的活动变得越来越肆无忌惮，而前额叶-顶叶网络的活动经常被抑制。对精神分裂症患者来说，他们的神经系统本来就很脆弱，如果压力过大，会使前额叶的功能严重失调。这一机制对某些精神疾病尤其重要，如创伤后压力心理障碍症、焦虑症和抑郁症，患有这些精神疾病的患者在情感上饱受折磨。

冥想的作用

对精神病患者来说，压力会加重病情，有什么办法改变这种状况，从而使患者的前额叶-顶叶网络而不是杏仁核起主要作用？药物治疗的效果很有限，更切实可行的办法是改变生活方式，如避免那些会给人带来压力的活动（做到这点很不容易），提高睡眠质量，经常运动等。这些活动能缓解精神疾病症状，或者防止精神疾病发作。有一种简单的精神活动能使上述这些对抗压力的方法黯然失色，那就是冥想（meditation）。这种方法通常被认为过于深奥、不够科学，但冥想确实有助于改善任何精神方面的问题，不管是精神疾病还是由日常生活压力带来的痛苦。

冥想并不神秘。虽然冥想有很多类型，但在我看来最纯粹、最简单的形式反而最有效。最理想的冥想形式是：意识到的东西尽可能地少。

我们可以通过两种方式关注世界：一种方式是集中注意在各种想法、思想、事实或我们感觉到的事情上；另一种方式是直接关注我们的感觉，没有任何想法，静静地沉浸在对某事的体验中。

当我们爬上山顶，看着被积雪覆盖的山峰，会感到一种平静，并惊叹大自然的美丽。另一种完全不同的体验方式是：计算每座山峰的体积，从不同方面推测每座山的名字，判断周围岩石的地质特征。前一种方式采取的是开放、平静的视角；后一种方式使我们的思想变得很忙碌，考虑的内容很具体，跟感觉无关。平静地感受大自然的美丽，就是一种冥想的状态。

让一个人在20分钟内什么都不做，这听上去很傻，很乏味。但是如果你试着这么做，会发现其实根本不沉闷。闭上眼睛，全身心地感受黑

暗，或者盯着一堵空白的墙，或关注某样细小的事物，然后告诉自己，你此刻关注的对象非常吸引人。刚开始的时候比较难坚持，因为你会想来想去，但是过了一会就会发现，一段时间内什么都不想很容易做到。

冥想的方法很有效。不管持续很短一段时间，还是几个月，甚至几年，冥想都能使大脑产生重大变化。而且，冥想引起的大脑变化与由于压力及精神疾病引起的变化恰好相反。

与焦虑和压力引起的大脑变化完全相反，冥想会增强前额叶-顶叶网络的活动，尤其是外侧前额叶皮层的活动。这间接证明了冥想确实能够提高意识能力。

如果坚持冥想长达几年，会永久改变前额叶-顶叶网络，使其更高效地运作。与抑郁症和焦虑症产生的后果不同，长期冥想会使前额叶-顶叶网络的作用加强，杏仁核的作用被抑制。出现这种状况，可能是由于经过长期冥想，前额叶-顶叶网络已经具有很强的控制能力。甚至有证据表明，长期冥想可以使前额叶皮层变厚；而人年纪大了后，前额叶皮层会变薄，长期冥想能够防止出现这种情况。同时，压力过大的人在经过两个月的冥想后，负责恐惧的杏仁核会缩小。

上述这些结果与长期冥想的人的陈述一致。据这些人的说法，冥想使他们变得平静，恐惧感消失了，能够更好地管理痛苦和烦闷的情绪。他们的意识和精神控制能力都得到增强，能更灵活地处理现实生活中或内心世界的问题。他们形成新的注意习惯，不再关注头脑中过于复杂的组块，这样就不会沉溺在过去一些无益的想法中。冥想对形成情感习惯所起的作用尤其明显：冥想能够驱逐那些盘踞在我们无意识中让人痛苦的情感。

如果冥想真的能极大提高意识能力，而意识与注意和工作记忆关系

密切，那么由此可推论出：冥想有助于高效完成与注意和工作记忆相关的任务。研究结果证实了这一点：长期冥想确实有助于更高效地完成与注意相关的任务，工作记忆技巧与空间处理能力也得到提高。奇怪的是，长期冥想可以使一个人需要的睡眠时间缩短，这可能是由于神经活动加强的缘故。

但是，一个人并不一定需要经过多年的冥想才能产生积极效果。例如，菲德尔·泽丹（Fadel Zeidan）和同事发现，只要经过4个时间段的冥想，就足以减少疲倦感，并提高工作记忆能力。唐一源（Yi-Yuan Tang）和同事做的一个实验发现，经过5天冥想，被试能更好地完成与注意相关的任务（这项任务是为了评估被试处理矛盾事物的能力而设计的）。除了认知能力提高以外，被试还觉得焦虑感、抑郁感、愤怒感和疲倦感都减轻了。

因此，对正常人来说，冥想可以缓解压力，集中注意，更高效地完成高难度的任务。因此，毫不奇怪，冥想逐渐成为对抗抑郁症、焦虑症、严重疼痛、精神分裂症及其他精神疾病的有效方式。

恢复意识的不同方法

我们具有惊人的意识能力，使我们理解世界，并发明很多复杂的工具来控制世界。不仅如此，我们还拥有丰富的经验。然而，为此我们要付出痛苦的代价。由于我们的生命周期较长，有些创伤是不可避免的，我们有很长的时间来体验悲伤和快乐。但是，与其他生物相比，人类所患的精神疾病的种类最多，后果最严重。精神疾病像心脏病和肺病一样，都会损害我们的健康，我们为丰富的意识付出了惨重代价。自闭症与其他精神疾病不同，是由于意识过剩造成的，而其他精神疾病则是由于永久的或暂时的意识萎缩造成的——患者的工作记忆能力降低，注意不能过滤掉无用的思想和感觉，这使患者思维结构出现异常和混乱，加重了精神疾病。

研究者想出了很多方法减轻症状，每种方法都从不同角度努力使患者的意识恢复到正常水平。目前一些药物能够改善神经递质系统失调，使前额叶-顶叶网络以最佳的状态运作。今后，精神疾病的诊断应该重点关注神经系统的失调，并研制出有效治疗神经系统失调的药物。认知训练和冥想是提高工作记忆能力和注意的辅助手段。所有这些方法都有助于患者更好地控制自己的精神世界。

精神疾病的症状和有效治疗方式都强化了一种观念：前额叶-顶叶网络将注意和工作记忆系统相联结，从而产生了意识，而意识的主要作用是寻找模式。

一些初期的治疗方法还应用于临床，我们希望这种情况很快会得到改善。深刻认识到每种精神疾病都与意识异常密切相关，会给精神疾病治疗带来新的突破性进展。今后，我们要更多关注精神疾病的治疗，尽

可能提供各种资源，只有这样，才有可能战胜精神疾病。

结语

意识科学的时代到来了。意识科学解释了意识的起源、作用、心理特征、神经机制以及意识的脆弱性。从地球上生命体发展的历史中，可以找到意识的起源。古代生物为了存活下来，努力获取关于周围环境的有用“想法”。但是，在生命体一代代的传承过程中，通过改变DNA进行学习的方式很不灵活，效果有限，而且只是偶尔发生。

意识产生的基础是神经系统，这是进化过程中产生的专门处理信息的器官系统。与之前其他信息处理形式相比，神经系统能够快速灵活地获取准确的“概念”和策略。进化的某些分支产生了复杂的大脑。复杂的大脑能够以最佳的方式，将简单的想法联结起来，从而建构各种知识。意识的本质和主要作用就是将各种对象组合起来，产生有意义的结构。

人类在地球上的地位很独特。我们的大脑无比复杂，前额叶-顶叶网络是大脑最重要的区域。人类的前额叶-顶叶网络的体积要远远大于与人类血缘最近的其他灵长类动物。我们处理与组合信息的能力是其他物种无法企及的。因此，我们的体验也更为丰富多样。

丰富的意识使我们能够探索自然的奥妙。从最小的原子结构到银河系恒星，我们探索的范围十分广泛。通过医学技术，我们可以活得更长久；我们可以在几天内登上月球；我们发明了很多无比复杂的小玩意来满足强烈的好奇心，所有这些都要归功于意识的作用。我们应该感到幸运，进化赋予我们每个人一个复杂的生物计算机——大脑，使我们广泛、深入地体验世界，并能掌控世界。

但是，我们丰富的精神世界以及非凡的才智并不能抵消一种令人不安的感觉：人类大脑似乎进化得过了头。意识深入探寻模式的能力有助

于我们理解并征服周围环境，但这只是满足了最原始的进化需求——生存与繁衍。有一种现象很明显：一个受过教育的成年人具有丰富的理解能力，但他们往往会做出缺乏理性的决定，这说明我们的能力与行为之间存在鸿沟。我们有些人努力想过一种脱离了本能冲动的理性生活，但是潜在的冲动仍然支配、约束着我们。只有在人类身上，进化的基本动力与高级的意识目标才会产生如此强烈的冲突。

我们发现各种模式以满足原始需求，但是我们过于聪明了，以至于我们的生活很容易失控。我们可以运用创新能力，发现世界的真相。但是创新能力同样可以使我们想出各种策略去偷情、暴食、偷窃，或是实施一些结果往往与初衷相背离的短期计划。

我们不经意中揭示了人类精神世界的脆弱性，发现我们很容易产生非理性的想法，或做出非理性的行为，有些时候甚至会产生幻觉。有些人的意识出现异常，患上精神疾病，其中一些患者饱受折磨，以致希望结束生命，逃离痛苦。我们所有人在不同程度上都是意识的受益者和受害者。

我非常热爱科学，不仅仅因为科学揭示了宇宙奇妙的、令人着迷的奥秘以及我们人类在宇宙中的位置，更因为科学始终致力于探寻真理。作为一个追求浪漫的人，我乐意这样想：没有什么比怀着一丝不苟、绝对诚实、谦虚好学的精神去探寻现实的复杂性更高尚的了。我热衷于通过实验的方法研究人类大脑：科学发现带来大量有用的技术，为研究工作提供了有效工具。在进化过程中，无数的经验教训都说明：关于周围环境的理性的、准确的“想法”不管存贮于DNA、蛋白质或是大脑中，都一样具有支配力，即使在恶劣的环境中，都能成功地发挥作用。但是人类很特殊，我们的注意系统将所有重要的信息纳入意识范围，进行深入分析。科学研究满足了人类强烈的好奇心，科学技术成果在我们的生活

中随处可见。

科学有很多分支，快速发展的意识科学带来新的观念和技术，提高了我们的生活质量。我们能够与大脑损伤患者进行交流（通过仪器观察他们的想法），还可以通过药物改善大脑内化学传递物质的作用，从而使某些患者的意识恢复到正常水平。我们希望，意识科学领域的成果能让每个人都受益。

意识领域的科学发现使我们在一定程度上免于成为意识的受害者，同时领略意识带给我们的令人激动的技巧与体验。首先，从次要方面来说，意识研究让我们明白，要警惕压力带来的负面影响。认识到睡眠的重要性——睡眠不仅有助于抵抗精神疾病，而且使我们的意识清醒、丰富。

其次，某些更为抽象的、不是靠直觉得出的科学研究结果，有助于我们改变对自己的偏激看法，使我们更好地与他人相处。意识是原始的、愚钝的无意识的得力助手，而很多情况下我们都受无意识的操纵。意识的力量与其有限的支配力之间的失衡状况，是进化自私特性的产物。从最初的生命形式开始，自私是每一个生命体的驱动力，只有这样才存活下来。这并不是说我们可以对自己的行为不负责任，但认识到这一点，能使我们宽容地对待自己的缺点和错误。如果我们能够认识到自己受无意识冲动的支配，我们就会有更多机会去改变这种状况。

意识到这一点，我们就能够理解那些控制能力较差的人的行为。考虑到精神疾病的种类繁多，很多人可能患有抑郁症或其他疾病，他们做出伤害别人的行为仅仅是因为他们的意识萎缩，缺乏控制力。科学领域内的这种“疑点利益归被告”的做法使我们对他人的行为不是感到气愤，而是采取宽容、接受的态度。

从深层意义上说，意识科学可以改变我们的生活方式。近来，我经常观察女儿学走路。对成人来说，走路是很简单的技能。但是，对还处于婴儿期的孩子来说，生活中任何事情都是那么神奇，走路自然也不例外。她学会了走路后，醒着的每一个时刻几乎都在屋子里走着，摇摇晃晃，步履蹒跚，充分体验不受拘束的乐趣。有时候沿着屋子边缘走，有时候绕着圈走，偶尔甚至会跺着脚走路。她最得意、最兴奋是能倒退着走路。光脚走路，穿着袜子走路，偶尔穿着鞋子走——每种走路方式都让她欣喜无比。当我躺着时，她甚至发现踩着我的肚子和胸口走路特别好玩。蹒跚行走给她带来无穷的乐趣。对我女儿来说，任何事物都让人兴奋，她每天都在观察、理解周围世界，丰富自己的意识。她的大脑随时都在积极地形成新的组块。我发现这种方式很有趣，很有感染力，忍不住将其与自己相对封闭的生活方式做比较。

当我们进入成年期，慢慢变老，很自然不会以一种玩乐的方式建构精神组块。我们逐渐变得审慎，甚至有些乏味，因为我们已经背负着很多组块。从某种角度看，我们拥有很多习惯是件好事，这说明我们已经掌握了很多重要的信息组块，能很好地与外界沟通。在稳定环境中存活的细菌，基因突变率很低，生活得很安全，缺乏革新精神。人类的情况也一样：当我们渐渐成熟，已经掌握的知识会保护我们，那么何必再去摆弄各种计划，给自己找麻烦呢？

问题在于，当我们急切地寻找模式时，我们在婴儿期体验到的学习热情会减弱，因为经过多年的积累，我们拥有了很多知识。我们不再那么热烈地渴求新的智慧，生活变得乏味，我们已经掌握了无数的组块。

我们需要一种提高意识水平的方法。毕竟，我们的意识水平越高，看到的世界会更明亮、更有生气，我们也会拥有更多机会。实验结果也证明了这一点：如果将注意集中在电脑屏幕上的某个地方，那么在这个

地方出现的圆点看上去就特别明亮。现实生活中尤其如此：当我全神贯注看女儿脸上的笑容，会发现她的笑容是如此灿烂。

意识科学是如何改变我们的生活的呢？如果意识的主要任务是革新，而习惯属于无意识范围，那么我们可以较少依赖习惯的力量，而向革新的方向发展，通过这种方式提高意识水平。

随着年纪增大，意识水平会下降。防止意识水平下降的一个有效方法是培养怀疑精神。意识的主要目标是革新，通过革新改善我们的生活，而养成一种习惯，怀疑进入意识范围的每一个精神组块的方法可以建立超级组块（superchunk）。这是一种更高级的习惯，使我们不停地探寻任何具有创造性的东西。

发现并质疑那些支配我们的思想和行为的基本动力并不难，麻烦的是那些已经存在的精神组块。这些组块很普遍，具有很强的支配能力，一旦形成，就会自动发挥作用，我们很难注意到它们。大部分精神组块对我们的生活起重要作用。例如，我几乎注意不到自己是如何在电脑键盘上盲打的，只有这样，我的大脑才会有更多的意识空间以产生各种想法。但是有少数组块长期潜伏在我的意识深处，这些组块包括我处理感情的方式，我与其他人的关系，影响我的健康的不同因素。其中某些组块可能经常会让我感到恐惧，伤害我的自尊，让我不快乐，疏远我与家人朋友的关系。

意识科学可以帮助我们驱逐这些有害的行为模式，让我们马上意识到我们拥有不少精神组块，所有的精神组块都可以被修改、重写甚至删除，由其他组块取代。

更为重要的是：我们能够发现哪些旧组块干扰了我们的情感、决定和行为，尤其是让我们感到不安。我们可以将这些精神组块返回到意

识，分析它们的结构和起源，判断它们对我们是否有利，是否需要修改。

事实上，我们能够迅速发现模式，甚至很快发现似是而非的模式，这说明我们有些过于急切地追求知识，以至于被一些不正确的观念误导。因此，对任何思想，我们都要谨慎小心，必须以科学的怀疑精神对待这些思想。

同时，我们总是不断寻找有用的、令人兴奋的新组块。

质疑已经存在的组块，以新组块补充或取代旧组块，这种方式似乎让人不安，而且没有必要。但是，怀疑自己的想法和信念是件愉快的事情，能够让人精神焕发。原因之一是这种怀疑行为表明，我们一直在寻找新的生存方式，这会让我们感到自己有活力，愿意接受新的经验，而不是感到自己落后陈腐。

冥想的方法是对怀疑精神的一种重要补充。

越来越多的证据表明，冥想能够让精神病患者平静下来，并能提高他们的意识水平。对正常人来说，冥想可以让我们以一种新的眼光看世界。冥想的时候，我们的注意集中在感觉上，暂时不想任何事情，在这段时间内可以彻底忘记之前掌握的各种方法，不去理会以前形成的各种习惯。我们的精神很放松，乐于接受任何事情，接收到的每个信息在我们看来都很重要，都有让人意想不到的内容。

冥想的状态与我们在童年时感受世界的方式很相似。我们还是孩子的时候，总是乐于接受新的知识，渴望得到新的见解，同时又满足于当下的状态。冥想的时候，我们又恢复了丰富、直观的视觉、听觉、嗅觉。没有精神组块的干扰，我们会重新认识到，世界是多么美丽，找到

生活的乐趣是何其容易！

之前，吃饭时我们可能出于习惯，会边吃边看最新的电视剧，不能真正品味到食物的味道。现在，安安静静地吃一顿饭让人如此愉悦：细细品尝，就会发现食物是如此美味。

致谢

在这本书的写作过程中，我时时感到自己很幸运，很多人给予我帮助，我很感激他们。没有他们，我无法想象这本书将会是什么样子。

刚开始写作时，我的朋友也是之前的同事约翰·邓肯热情慷慨地与我探讨本书的框架。我的经纪人彼得·塔拉克很能干，帮了很多忙：修订及确定框架，仔细检查了几个章节的内容，更别提经常陪我吃午饭了。我提了很多关于这本书的问题，他都不厌其烦地马上回答。

我很幸运，有两个颇有才华的编辑。TJ·凯莱赫对本书的总体框架与部分内容提出了不少明智的建议，让我震惊地发现初稿存在不少错误，同时又为有机会改正这些错误感到无比欣慰。蒂斯·塔卡奇修改了书中拖沓与突兀之处，对文字进行润色、修饰，还耐心地回答我提出的许多问题。凯瑟琳·斯特雷克福斯是本书的文字编辑，做了不少文字修订工作。在最后阶段，策划编辑米歇尔·韦尔什·霍斯特的工作效率非常高，使这本书最终印刷成册。

我的家人也帮了不少忙。我的表兄妹亚当·贝克曼、菲奥娜·贝克曼、埃莉诺·贝克，岳父拉马奥·佩蒂斯蒂、岳母英迪拉·帕特拉都提出了各自意见，尤其在我刚开始写作的时候。我的表妹珍妮塔·卢因提了一些艺术风格方面有价值的建议。叔叔托尼·爱泼斯坦提了财务方面的建议。我的母亲盖纳·博尔和兄弟西蒙·博尔认真地阅读了好几稿，指出书中论述不清楚的地方以及存在的其他一些问题。

剑桥大学医学研究理事会（MRC）认知与脑科学研究中心的同事给了我不少鼓励和建议，他们是阿德里安·欧文、杰茜卡·格雷恩、马丁·蒙蒂、罗德里·丘萨克、罗琳娜·纳西，这本书封面的照片是西蒙·斯特兰奇

维斯拍摄的。萨塞克斯大学萨克勒意识科学中心的很多同事也给了我帮助，尤其是阿尼尔·赛思，他通读了最终稿，并提了不少技术方面的建议。瑞安·斯科特、亚当·巴雷特等人的建议和讨论也使不少内容得到改进。

学术界一些研究理论也给了我不少启发，如伯纳德·巴尔斯的理论让我受益匪浅；乔纳森·亨特利（Jonathan Huntley）的理论对我写作精神病学那一章颇有启发。另外，还要感谢学术界很多朋友，多年来与他们聊天让我获益不少，这个名单太长，我就不一一介绍了。

最后，非常感激两个最亲近的人。一个是女儿拉拉纳，虽然她还没到能给我提建议的年纪，但我回家时她开心的笑容和热情的拥抱让我倍感欣慰，她一点都不计较我有时候忙于工作而疏忽了她。同时，她还是我写这本书的灵感，我边写边观察她的意识发展过程。我还要感谢妻子雷切那，她一直在我身边支持我。在我写作期间，她承担了所有家务（这项工作很不容易，因为还要照顾一个患失眠症的孩子），还阅读了每一稿（这本书一共修改了很多稿），每次都认真提出很多意见。

参考文献[1]

第1章

4 **In his most famous work, *Meditations on First Philosophy***

R. Descartes, J. Cottingham, and B.A.W. Williams, *Meditations on first philosophy: with selections from the objections and replies*. 1996, Cambridge: Cambridge University Press.

5 ***"Cogito ergo sum"*:** R. Descartes and I. Maclean, *A discourse on the method*. 2006, Oxford: Oxford University Press.

8 **A landmark paper . . . described . . . Gage**

J. M. Harlow, Recovery from the passage of an iron bar through the head. *Publ Mass Med Soc* (Boston), 1868. 2: 327–346.

8 **Controversy about the behavioral details**

M. Macmillan, *An odd kind of fame: stories of Phineas Gage*. 2002, Cambridge: MIT Press.

8 **Seminal 1949 work, *The Concept of Mind***

G. Ryle and D. C. Dennett, *The concept of mind*. 2002, Chicago: University of Chicago Press.

10 **But more as a *superorganism***

B. Hölldobler and E. O. Wilson, *The superorganism: The beauty, elegance and strangeness of insect societies*. 2009, New York: Norton.

11 **What Is It Like to Be a Bat?**

T. Nagel, What is it like to be a bat? *Philos Rev*, 1974. 83(4): 435–450.

12 **Impossible . . . explain mental states using only physical processes**

F. Jackson, Epiphenomenal qualia. *Philos Q*, 1982. 32: 127–136.

F. Jackson, What Mary didn't know. *J Philos*, 1986. 83(5): 291–295.

13 **Not as watertight as it might at first appear**

D. C. Dennett, *Consciousness explained*. 1991, New York: Penguin.

14 **Jackson . . . has since rejected his former argument**

F. C. Jackson, Mind and illusion, in *Minds and persons*, A. O'Hear, ed. 2003, Cambridge: Cambridge University Press.

16 **Swap red with blue . . . leave all thought . . . unchanged**

A. Byrne, Inverted qualia. 2010; http://plato.stanford.edu/entries/qualia-inverted/.

S. Shoemaker, Functionalism and qualia, in *Readings in the philosophy of psychology*, N. Block, ed. 1980, Cambridge: Harvard University Press, 251–267.

16 **No single, independent class of experience as "red"**

Dennett (1991), see above.

17 **John Searle in 1980**

J. R. Searle, Minds, brains and programs. *Behav Brain Sci*, 1980. 3(3): 417–424.

23 **85 billion neurons in a human brain**

F. A. Azevedo et al., Equal numbers of neuronal and nonneuronal cells make the human brain an isometrically scaled-up primate brain. *J Comp Neurol*, 2009. 513(5): 532–541.

24 **Micro-cables . . . wrap around the earth four times**

L. Marner et al., Marked loss of myelinated nerve fibers in the human brain with age. *J Comp Neurol*, 2003. 462(2): 144–152.

25 **Computer models closely approximating . . . population of neurons**

E. M. Izhikevich and G. M. Edelman, Large-scale model of mammalian thalamocortical systems. *Proc Natl Acad Sci USA*, 2008. 105(9): 3593–3598.

28 **Tatiana and Krista**

S. Dominus, Inseparable. *New York Times*, May 29, 2011, MM28.

第2章

36 **Life is honed from natural experimentation**

M. Gell-Mann, *The quark and the jaguar: adventures in the simple and the complex*. 1994, New York: W. H. Freeman.

38 **Self-assembling non-life molecules . . . technologically exploited**

J. R. Nitschke, Systems chemistry: molecular networks come of age. *Nature*, 2009. 462(7274): 736–738.

41 **The default state for networks of neurons**

J. M. Beggs, The criticality hypothesis: how local cortical networks might optimize information processing. *Philos Transact A Math Phys Eng Sci*, 2008. 366(1864): 329–343.

45 **Creating . . . bacteria to make diesel fuel**

A. Schirmer et al., Microbial biosynthesis of alkanes. *Science*, 2010. 329(5991): 559–562.

46 **Human genes introduced into mice**

W. Enard et al., A humanized version of Foxp2 affects cortico-basal ganglia circuits in mice. *Cell*, 2009. 137(5): 961–971.

46 **Mouse genes into flies**

G. Halder, P. Callaerts, and W. Gehring, Induction of ectopic eyes by targeted expression of the eyeless gene in Drosophila. *Science*, 1995. 267(5205): 1788–1792.

46 **Plant species . . . formed . . . of two or more . . . lineages**

L. H. Rieseberg, T. E. Wood, and E. J. Baack, The nature of plant species. *Nature*, 2006. 440(7083): 524–527.

46 **Gene swaps between humans and viruses or bacteria**

S. L. Salzberg et al., Microbial genes in the human genome: lateral transfer or gene loss? *Science*, 2001. 292(5523): 1903–1906.

S. Mi et al., Syncytin is a captive retroviral envelope protein involved in human placental morphogenesis. *Nature*, 2000. 403(6771): 785–789.

49 **Mutation rates are increased in some bacteria**

I. Bjedov et al., Stress-induced mutagenesis in bacteria. *Science*, 2003. 300(5624): 1404–1409.

49 **Yeast . . . reshuffling . . . entire chromosomes**

G. Chen et al., Hsp90 stress potentiates rapid cellular adaptation through induction of aneuploidy. *Nature*, 2012. 482(7384): 246–50.

49 **Primates . . . lowest social standing . . . exhibit innovative behaviors**

S. M. Reader, Primate innovation: sex, age and social rank differences. *Int J Primatol*, 2001. 22(5): 787–805.

51 **Faced with some threat . . . worms . . . forgo . . . self-fertilization**

L. T. Morran, M. D. Parmenter, and P. C. Phillips, Mutation load and rapid adaptation favour outcrossing over self-fertilization. *Nature*, 2009.

51 **All organisms . . . lives extended . . . simply by eating less**

S. D. Hursting et al., Calorie restriction, aging, and cancer prevention: mechanisms of action and applicability to humans. *Annu Rev Med*, 2003. 54: 131–152.

52 **Near perfect memory . . . of Solomon Sherashevski**

A. R. Luria, *The mind of a mnemonist*. 1966, Cambridge: Harvard University Press.

56 **Greatest source of evolutionary innovation is the virus**

F. Ryan, I, virus: why you're only half human. *New Scientist*, 2010. 2745: 32–35.

56 **50 percent of our genome . . . from ancient viruses**

E. S. Lander et al., Initial sequencing and analysis of the human genome. *Nature*, 2001. 409(6822): 860–921.

56 **Viral donation of DNA . . . placenta in early mammals**

Mi et al (2000), see above.

57 **Dawkins' language they are termed "survival machines"**

R. Dawkins, *The selfish gene: 30th anniversary edition*. 2006, Oxford: Oxford University Press.

R. Dawkins, *The extended phenotype: the long reach of the gene*, 2nd ed. 1999, Oxford: Oxford University Press.

57 **Million copies of the Alu sequence**

Lander et al (2001), see above.

58 **Selfish imposition of a single mutation-causing gene**

Dawkins (2006), see above.

59 **20,000 genes . . . required to create your brain**

A. R. Jones, C. C. Overly, and S. M. Sunkin, The Allen brain atlas: 5 years and beyond. *Nat Rev Neurosci*, 2009. 10(11): 821–828.

59 **Bacteria . . . resemble a multicellular organism**

J. A. Shapiro, Thinking about bacterial populations as multicellular organisms. *Annu Rev Microbiol*, 1998. 52: 81–104.

60 **Douglas firs . . . share soil resources with saplings**

F. P. Teste et al., Access to mycorrhizal networks and roots of trees: importance for seedling survival and resource transfer. *Ecology*, 2009. 90(10): 2808–2822.

60 **Tomato . . . release . . . chemicals that neighboring plants can read**

Y. Y. Song et al., Interplant communication of tomato plants through underground common mycorrhizal networks. PLoS One, 2010. 5(10): e13324.

60 **Ecosystems . . . self-organize**

S. A. Levin, Ecosystems and the biosphere as complex adaptive systems. *Ecosystems*, 1998. 1(5): 431–436.

M. Rietkerk and J. van de Koppel, Regular pattern formation in real ecosystems. *Trends Ecol Evol*, 2008. 23(3): 169–175.

61 **Cell . . . computation**

D. Bray, *Wetware: a computer in every living cell.* 2009, New Haven, CT: Yale University Press.

63 **Protozoa and bacteria . . . learning and memory**

A. Mitchell et al., Adaptive prediction of environmental changes by microorganisms. *Nature*, 2009. 460(7252): 220–224.

63 **Limiting factors to this process**

S. B. Carroll, Chance and necessity: the evolution of morphological complexity and diversity. *Nature*, 2001. 409(6823): 1102–1109.

68 **Rewire the ferret visual pathway**

J. Sharma, A. Angelucci, and M. Sur, Induction of visual orientation modules in auditory cortex. *Nature*, 2000. 404(6780): 841–847.

L. Von Melchner, S. L. Pallas, and M. Sur, Visual behaviour mediated by retinal projections directed to the auditory pathway. *Nature*, 2000. 404(6780): 871–876.

68 **When reading Braille, process . . . in the visual regions**

H. Burton et al., Adaptive changes in early and late blind: a fMRI study of Braille reading. *J Neurophysiol*, 2002. 87(1): 589–607.

68 **Unconscious statistical machine**

C. Frith, *Making up the mind: how the brain creates our mental world.* 2007, Oxford, UK: Wiley-Blackwell.

70 ***C. elegans* . . . can learn . . .**

M. De Bono and A. V. Maricq, Neuronal substrates of complex behaviors in *C. elegans*. *Annu Rev Neurosci*, 2005. 28: 451–501.

71 **Recognize our own emotions . . . our body states**

A. R. Damasio, *Descartes' error: emotion, reason, and the human brain.* 1994, New York: HarperCollins.

74 **Patterns . . . attractive to bees**

M. Lehrer et al., Shape vision in bees: innate preference for flower-like patterns. *Philos Trans: Biol Sci*, 1995. 347(1320): 123–137.

第3章

82 **Three evolutionary versions of brains**

P. D. Maclean, *The triune brain in evolution: role in paleocerebral functions*. 1990, New York: Springer.

83 *The Diving Bell and the Butterfly*

J.-D. Bauby, *The diving bell and the butterfly*. 2008, New York: Harper Perennial.

84 **Parietal lobes . . . linked with . . . IQ**

J. R. Gray, C. F. Chabris, and T. S. Braver, Neural mechanisms of general fluid intelligence. *Nat Neurosci*, 2003. 6(3): 316–322.

85 **Frontal lobes . . . complex and novel**

Ibid.

J. Duncan and A. M. Owen, Common regions of the human frontal lobe recruited by diverse cognitive demands. *Trends Neurosci*, 2000. 23(10): 475–483.

J. Duncan et al., A neural basis for general intelligence. *Science*, 2000. 289(5478): 457–460.

E. K. Miller and J. D. Cohen, An integrative theory of prefrontal cortex function. *Annu Rev Neurosci*, 2001. 24: 167–202.

91 **When under . . . anesthesia . . . learning is beyond us**

J. F. Kihlstrom and R. C. Cork, Consciousness and anaesthesia, in *The Blackwell companion to consciousness*, M. Velmans and S. Schneider, eds. 2007, Oxford, UK: Blackwell, 628–639.

91 **One of Dijksterhuis's experiments**

A. Dijksterhuis et al., On making the right choice: the deliberation-without-attention effect. *Science*, 2006. 311(5763): 1005–1007.

92 **Delegate thinking . . . to the unconscious**

Ibid.

92 **Newspaper articles written all over the world**

A. Jha, Want to make a complicated decision? Just stop thinking. *The Guardian*, February 16, 2006, 11.

B. Carey, The unconscious mind: a great decision maker. *New York Times*, February 21, 2006.

BBC News, Sleep on it, decision-makers told. 2006; http://news.bbc.co.uk/1/hi/health/4723216.stm.

92 **Malcolm Gladwell**

M. Gladwell, *Blink: the power of thinking without thinking*. 2005, London: Allen Lane.

93 **Made up their minds before . . . seen all the facts**

L. Waroquier et al., Is it better to think unconsciously or to trust your first impression? A reassessment of unconscious thought theory. *Soc Psychol and Personality Sci*, 2010. 1(2): 111–118.

94 **No advantage for unconscious processing**

F. Acker, New findings on unconscious versus conscious thought in decision making: additional empirical data and meta-analysis. *Judgment and Decision Making*, 2008. 3(4): 292–303.

94 **Conscious deliberation provided an advantage over distraction**

B. Aczel et al., Unconscious intuition or conscious analysis? Critical questions for the deliberation-without-attention paradigm. *Judgment and Decision Making*, 2011. 6(4): 351–358.

B. R. Newell, K. Y. Wong, and J.C.H. Cheung, Think, blink or sleep on it? The impact of modes of thought on complex decision making. *Q J Exp Psychol*, 2009. 62(4): 707–732.

95 **Transfer that learning . . . while still believing . . . guessing randomly**

R. B. Scott and Z. Dienes, Knowledge applied to new domains: the unconscious succeeds where the conscious fails. *Conscious Cogn*, 2010. 19(1): 391–398.

96 **Distracted . . . then we learn absolutely nothing**

D. Tanaka et al., Role of selective attention in artificial grammar learning. *Psychon Bull Rev*, 2008. 15(6): 1154–1159.

97 **The unconscious mind is unable to cope**

R. F. Baumeister and E. J. Masicampo, Conscious thought is for facilitating social and cultural interactions: how mental simulations serve the animal-culture interface. *Psychol Rev*, 2010. 117(3): 945–971.

98 **Damage to the lateral prefrontal . . . don't generate . . . wrong theories**

G. Wolford, M. B. Miller, and M. Gazzaniga, The left hemisphere's role in hypothesis formation. *J Neurosci*, 2000. 20(6): RC64.

99 **No evidence . . . subliminal messages influence our behavior**

P. M. Merickle, Subliminal perception, in *Encyclopedia of psychology*, A. E. Kazdin, ed. 2000, New York: Oxford University Press, 497–499.

101 **Held . . . position . . . closeness of their relative**

E. A. Madsen et al., Kinship and altruism: a cross-cultural experimental study. *Br J Psychol*, 2007. 98 (Pt 2): 339–359.

101 **Event . . . placed Kahneman on the path of psychology**

D. Kahneman, Daniel Kahneman: Autobiography (from the Nobel Prize site). 2002; http://nobelprize.org/nobel_prizes/economics/laureates/2002/kahneman-autobio.html.

102 **Unconscious anchoring of our choice**

A. Tversky and D. Kahneman, Judgment under uncertainty: heuristics and biases. *Science*, 1974. 185(4157): 1124–1131.

103 **Benjamin Libet demonstrated this fact**

B. Libet et al., Time of conscious intention to act in relation to onset of cerebral activity (readiness-potential): the unconscious initiation of a freely voluntary act. *Brain*, 1983. 106 (Pt 3): 623–642.

103 **Similar unconscious source . . . decision to veto**

P. Haggard, Human volition: towards a neuroscience of will. *Nat Rev Neurosci*, 2008. 9(12): 934–946.

W. P. Banks and S. Pockett, Benjamin Libet's work on the neuroscience of free will, in *The Blackwell companion to consciousness*, M. Velmans and S. Schneider, eds. 2007, Oxford, UK: Blackwell, 657–670.

104 **Consciousness was smeared across time**

D. C. Dennett, *Consciousness explained*. 1991, New York: Penguin.

104 **Computational model by Stanislav Nikolov**

S. Nikolov, D. A. Rahnev, and H. C. Lau, Probabilistic model of onset detection explains previous puzzling findings in human time perception. *Front Psychol*, 2010. 1: 37.

105 **Detected up to 10 seconds prior to the conscious decision**

C. S. Soon et al., Unconscious determinants of free decisions in the human brain. *Nat Neurosci*, 2008. 11(5): 543–545.

第4章

111 **". . . Mummy sent me to fetch you"**

I. Stewart, *Professor Stewart's hoard of mathematical treasures*. 2009, London: Profile Books.

113 **Brain . . . half of all the energy the child consumes**

M. A. Holliday, Body composition and energy needs during growth, in *Human growth: a comprehensive treatise*, F. Falkner and J. M. Tanner, eds. 1986, New York: Plenum, 101–117.

113 **Human brain . . . nearing the endpoint . . . biologically possible**

D. Fox, The limits of intelligence. *Sci Am*, 2011. 305(1): 36–43.

114 **Two photos identical except for one feature**

R. A. Rensink, J. K. O'Regan, and J. J. Clark, To see or not to see: the need for attention to perceive changes in scenes. *Psychol Sci*, 1997. 8(5): 368–373.

115 **Half the volunteers notice . . . person has changes**

D. J. Simons and D. T. Levin, Failure to detect changes to people during a real-world interaction. *Psychon Bull Rev*, 1998. 5(4): 644–649.

116 **44 percent of people actually notice the gorilla**

D. J. Simons and C. F. Chabris, Gorillas in our midst: sustained inattentional blindness for dynamic events. *Perception*, 1999. 28(9): 1059–1074.

117 **Conscious of fainter targets . . . also detect targets faster**

R. Desimone and J. Duncan, Neural mechanisms of selective visual attention. *Annu Rev Neurosci*, 1995. 18: 193–222.

J. W. Bisley and M. E. Goldberg, Neuronal activity in the lateral intraparietal area and spatial attention. *Science*, 2003. 299(5603): 81–86.

M. Carrasco, C. Penpeci-Talgar, and M. Eckstein, Spatial covert attention increases contrast sensitivity across the CSF: support for signal enhancement. *Vision Res*, 2000. 40(10–12): 1203–1215.

117 **Object will be perceived . . . more contrast**

M. Carrasco, S. Ling, and S. Read, Attention alters appearance. *Nat Neurosci*, 2004. 7(3): 308–313.

118 **Attention emerging from . . . collective neuronal war**

Desimone and Duncan, Neural mechanisms.

J. Duncan, EPS Mid-Career Award 2004: brain mechanisms of attention. *Q J Exp Psychol* (Colchester), 2006. 59(1): 2–27.

119 **Famous student physics lectures**

R. P. Feynman, R. B. Leighton, and M. Sands, *Lectures on physics: complete set*, vols. 1–3. 1998, Boston: Addison Wesley.

122 **Ferret brains . . . rewired . . . visual cortex in blind . . . process Braille**

J. Sharma, A. Angelucci, and M. Sur, Induction of visual orientation modules in auditory cortex. *Nature*, 2000. 404(6780): 841–847.

L. Von Melchner, S. L. Pallas, and M. Sur, Visual behaviour mediated by retinal projections directed to the auditory pathway. *Nature*, 2000. 404(6780): 871–876.

H. Burton et al., Adaptive changes in early and late blind: a fMRI study of Braille reading. *J Neurophysiol*, 2002. 87(1): 589–607.

124 **Constant competition . . . in the brain**

Desimone and Duncan (1995), see above.

Duncan (2006), see above.

E. I. Knudsen, Fundamental components of attention. *Annu Rev Neurosci*, 2007. 30: 57–78.

127 **Modern version of Phineas Gage**

A. R. Damasio, *Descartes' error: emotion, reason, and the human brain*. 1994, New York: HarperCollins.

129 **Multiple personality disorder . . . attribute . . . experiences to other personalities**

E. Bliss, *Multiple personality, allied disorders, and hypnosis*. 1986, Oxford: Oxford University Press.

131 **Aware of your own consciousness**

H. Lau and D. Rosenthal, Empirical support for higher-order theories of conscious awareness. *Trends Cogn Sci*, 2011. 15(8): 365–373.

132 **Poor at matching their confidence to their accuracy**

S. M. Fleming et al., Relating introspective accuracy to individual differences in brain structure. *Science*, 2010. 329(5998): 1541–1543.

135 **Three or four conscious items**

N. Cowan, The magical number 4 in short-term memory: a reconsideration of mental storage capacity. *Behav Brain Sci*, 2001. 24(1): 87–114; discussion 114–185.

135 **"Global workspace theory" proposed by Bernard Baars**

B. J. Baars, *In the theater of consciousness: the workspace of the mind*. 1997, New York: Oxford University Press.

B. J. Baars and S. Franklin, An architectural model of conscious and unconscious brain functions: Global Workspace Theory and IDA. *Neural Netw*, 2007. 20(9): 955–961.

136 **George Sperling presented subjects**

G. Sperling, The information available in brief visual presentations. Psychological Monographs, 1960. 74(11, Whole No. 498): 1–29.

137 **Steven Yantis presented subjects with**

S. Yantis, Multielement visual tracking: attention and perceptual organization. *Cogn Psychol*, 1992. 24(3): 295–340.

137 **Our working memory limit . . . same as the monkey's**

E. Heyselaar, K. Johnston, and M. Paré, The capacity limit of the visual working memory of the macaque monkey. *J Vision*. 10(7): 725.

138 **Other species . . . same upper bound . . . honeybee**

H. J. Gross et al., Number-based visual generalisation in the honeybee. PLoS One, 2009. 4(1): e4263.

138 **3 or 4 items . . . maximum that can be practically sustained**

A. Raffone and G. Wolters, A cortical mechanism for binding in visual working memory. *J Cogn Neurosci*, 2001. 13(6): 766–785.

139 **Each holder . . . cope equally well . . . simplest . . . most complex**

J. Duncan, Similarity between concurrent visual discriminations: dimensions and objects. *Percept Psychophys*, 1993. 54(4): 425–430.

140 **Say back a novel sequence that was 80 digits**

K. A. Ericcson, W. G. Chase, and S. Falloon, Acquisition of a memory skill. *Science*, 1980. 208: 1181–1182.

142 **Presented volunteers . . . sequences of 4 double digits**

D. Bor and A. M. Owen, A common prefrontal-parietal network for mnemonic and mathematical recoding strategies within working memory. *Cereb Cortex*, 2007. 17(4): 778–786.

142 **Chess masters . . . remember . . . whole board**

W. G. Chase and H. A. Simon, Perception in chess. *Cogn Psychol*, 1973. 4: 55–81.

143 **Increase the amount of information per item**

G. A. Miller, The magical number seven, plus or minus two: some limits on our capacity for processing information. *Psychol Rev*, 1956. 63(2): 81–97.

144 **Greater the number, the less likely . . . identify each**

C. Bundesen, H. Shibuya, and A. Larsen, Visual selection from multielement displays: a model for partial report, in *Attention and performance XI*, M. I. Posner and M.S.I. Marin, eds. 1985, Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum, 631–649.

J. J. Todd and R. Marois, Capacity limit of visual short-term memory in human posterior parietal cortex. *Nature*, 2004. 428(6984): 751–754.

144 **Attention has two clear stages**

C. Bundesen, T. Habekost, and S. Kyllingsbaek, A neural theory of visual attention: bridging cognition and neurophysiology. *Psychol Rev*, 2005. 112(2): 291–328.

145 **Leonardo Chelazzi and colleagues used electrodes**

L. Chelazzi et al., Responses of neurons in inferior temporal cortex during memory-guided visual search. *J Neurophysiol*, 1998. 80(6): 2918–2940.

145 **Michael Cohen and colleagues recently carried out**

M. A. Cohen, G. A. Alvarez, and K. Nakayama, Natural-scene perception requires attention. *Psychol Sci*, 2011. 22(9): 1165–1172.

146 **Divert attention away . . . fails to enter consciousness**

J. S. Joseph, M. M. Chun, and K. Nakayama, Attentional requirements in a "preattentive" feature search task. *Nature*, 1997. 387(6635): 805–807.

J. Theeuwes, A. F. Kramer, and P. Atchley, Attentional effects on preattentive vision: spatial precues affect the detection of simple features. *J Exp Psychol Hum Percept Perform*, 1999. 25(2): 341–347.

S. Walker, P. Stafford, and G. Davis, Ultra-rapid categorization requires visual attention: scenes with multiple foreground objects. *J Vision*, 2008. 8(4): 211–212.

146 **Working memory . . . is limited to . . . 4 . . . items**

Cowan (2001), see above.

147 **Psychologists assumed that our working memory capacity was around double this**

Miller (1956), see above.

148 **Douglas Hofstadter's whimsical and influential book**

D. Hofstadter, *Godel, Escher, Bach: an eternal golden braid (20th anniversary edition, with a new preface by the author)*. 1999, London: Penguin.

150 **Prior expectations . . . guide our attention**

L. Melloni et al., Expectations change the signatures and timing of electrophysiological correlates of perceptual awareness. *J Neurosci*, 2011. 31(4): 1386–1396.

C. Summerfield and T. Egner, Expectation (and attention) in visual cognition. *Trends Cogn Sci*, 2009. 13(9): 403–409.

151 **Other species can start to learn . . . grammatical language**

S. Savage-Rumbaugh and R. Lewin, *Kanzi: the ape at the brink of the human mind*. 1994, New York: John Wiley & Sons.

151 **A "language instinct"**

S. Pinker, *The language instinct: the new science of language and mind*. 2003, London: Penguin.

152 **Learning an artificial grammar . . . same brain areas . . . chunking task**

D. Bor et al., Encoding strategies dissociate prefrontal activity from working memory demand. *Neuron*, 2003. 37(2): 361–367.

P. Fletcher et al., Learning-related neuronal responses in prefrontal cortex studied with functional neuroimaging. *Cereb Cortex*, 1999. 9(2): 168–178.

152 **FOXP2**

F. Vargha-Khadem et al., FOXP2 and the neuroanatomy of speech and language. *Nat Rev Neurosci*, 2005. 6(2): 131–138.

154 **The evolutionary advantage of awareness**

D. Bor and A. K. Seth, Consciousness and the prefrontal parietal network: insights from attention, working memory and chunking. *Front Psychol*, 2012. 3: 63.

155 **Stan Beilock and colleagues tested . . . goft-putting**

S. L. Beilock et al., Haste does not always make waste: expertise, direction of attention, and speed versus accuracy in performing sensorimotor skills. *Psychon Bull Rev*, 2004. 11(2): 373–379.

S. L. Beilock et al., When paying attention becomes counterproductive: impact of divided versus skill-focused attention on novice and experienced performance of sensorimotor skills. *J Exp Psychol Appl*, 2002. 8(1): 6–16.

155 **Similar results . . . soccer, baseball . . . touch typing**

B. Castaneda and R. Gray, Effects of focus of attention on baseball batting performance in players of differing skill levels. *J Sport Exerc Psychol*, 2007. 29(1): 60–77.

G. D. Logan and M. J. Crump, The left hand doesn't know what the right hand is doing: the disruptive effects of attention to the hands in skilled typewriting. *Psychol Sci*, 2009. 20(10): 1296–1300.

第5章

160 **Woman was born . . . no cerebellum**

D. Timmann et al., Cerebellar agenesis: clinical, neuropsychological and MR findings. *Neurocase*, 2003. 9(5): 402–413.

160 **Cerebellum . . . 80 percent of . . . brain's neurons**

F. A. Azevedo et al., Equal numbers of neuronal and nonneuronal cells make the human brain an isometrically scaled-up primate brain. *J Comp Neurol*, 2009. 513(5): 532–541.

161 **Isn't enough neural coherence . . . aware . . . when . . . awake**

N. D. Schiff, Recovery of consciousness after brain injury: a mesocircuit hypothesis. *Trends Neurosci*, 2010. 33(1): 1–9.

163 **Similar stories occur for blindtouch**

L. Weiskrantz, *Consciousness lost and found: a neuropsychological exploration*. 1997, Oxford: Oxford University Press.

163 **A visual experience . . . primary visual cortex is missing**

D. H. Ffytche and S. Zeki, The primary visual cortex, and feedback to it, are not necessary for conscious vision. *Brain*, 2011. 134 (Pt 1): 247–257.

163 **Degraded form of consciousness . . . matches their reduced ability**

M. Overgaard et al., Seeing without seeing? Degraded conscious vision in a blindsight patient. PLoS One, 2008. 3(8): e3028.

164 **Blindsight patient in the fMRI scanner**

A. Sahraie et al., Pattern of neuronal activity associated with conscious and unconscious processing of visual signals. *Proc Natl Acad Sci USA*, 1997. 94(17): 9406–9411.

165 **Nikos Logothetis and his team, who carried out**

D. A. Leopold and N. K. Logothetis, Activity changes in early visual cortex reflect monkeys' percepts during binocular rivalry. *Nature*, 1996. 379(6565): 549–553.

N. K. Logothetis, Single units and conscious vision. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci*, 1998. 353(1377): 1801–1818.

165 **Perception . . . persist . . . momentary gap of the eye blink**

T. J. Gawne and J. M. Martin, Activity of primate V1 cortical neurons during blinks. *J Neurophysiol*, 2000. 84(5): 2691–2694.

G. Rees, G. Kreiman, and C. Koch, Neural correlates of consciousness in humans. *Nat Rev Neurosci*, 2002. 3(4): 261–270.

166 **Primary visual cortex is not quite as dumb**

M. A. Silver, D. Ress, and D. J. Heeger, Neural correlates of sustained spatial attention in human early visual cortex. *J Neurophysiol*, 2007. 97(1): 229–237.

168 **Two other regions also light up at least as brightly**

E. D. Lumer, K. J. Friston, and G. Rees, Neural correlates of perceptual rivalry in the human brain. *Science*, 1998. 280(5371): 1930–1934.

G. Rees, Neural correlates of the contents of visual awareness in humans. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci*, 2007. 362(1481): 877–886.

168 **Record . . . experiences switch . . . candlestick or faces**

A. Kleinschmidt et al., Human brain activity during spontaneously reversing perception of ambiguous figures. *Proc Biol Sci*, 1998. 265(1413): 2427–2433.

168 **Posterior parietal . . . always activated . . . with the lateral prefrontal**

J. Duncan, EPS Mid-Career Award 2004: brain mechanisms of attention. *Q J Exp Psychol* (Colchester), 2006. 59(1): 2–27.

169 **Stanislas Dehaene . . . showed subjects a rapid sequence**

S. Dehaene et al., Cerebral mechanisms of word masking and unconscious repetition priming. *Nat Neurosci*, 2001. 4(7): 752–758.

169 **Touch or a sound, or . . . combination of senses**

S. Dehaene and J. P. Changeux, Experimental and theoretical approaches to conscious processing. *Neuron*, 2011. 70(2): 200–227.

169 **Physical size . . . brain structure . . . links with awareness**

S. M. Fleming et al., Relating introspective accuracy to individual differences in brain structure. *Science*, 2010. 329(5998): 1541–1543.

R. Kanai, B. Bahrami, and G. Rees, Human parietal cortex structure predicts individual differences in perceptual rivalry. *Current Biol*, 2010. 20(18): 1626–1630.

169 **Antoine Del Cul and colleagues gave patients**

A. Del Cul et al., Causal role of prefrontal cortex in the threshold for access to consciousness. *Brain*, 2009. 132 (Pt 9): 2531–2540.

170 **Jon Simons and colleagues gave a memory test**

J. S. Simons et al., Dissociation between memory accuracy and memory confidence following bilateral parietal lesions. *Cereb Cortex*, 2010. 20(2): 479–485.

170 **Matt Davis and colleagues played volunteers . . . sentences**

M. H. Davis et al., Dissociating speech perception and comprehension at reduced levels of awareness. *Proc Natl Acad Sci USA*, 2007. 104(41): 16032–16037.

170 **The lowest share compared to our primate cousins**

A. A. De Sousa et al., Hominoid visual brain structure volumes and the position of the lunate sulcus. *J Hum Evol*, 2010. 58(4): 281–292.

171 **Wilder Penfield along with his colleague Joseph Evans**

W. Penfield and J. Evans, The frontal lobe in man: a clinical study of maximum removals. *Brain*, 1935. 58: 115–133.

172 **Patients with prefrontal cortex damage . . . working memory deficit**

D. Bor et al., Frontal lobe involvement in spatial span: converging studies of normal and impaired function. *Neuropsychologia*, 2006. 44(2): 229–237.

173 **Hemispatial neglect . . . associated either with . . . prefrontal or parietal**

M. Husain and C. Rorden, Non-spatially lateralized mechanisms in hemispatial neglect. *Nat Rev Neurosci*, 2003. 4(1): 26–36.

173 **Neglected patients . . . place a mark . . . right edge**

A. Parton, P. Malhotra, and M. Husain, Hemispatial neglect. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*, 2004. 75(1): 13–21.

173 **Edoardo Bisiach . . . asked hemispatial-neglect patients to imagine**

E. Bisiach and C. Luzzatti, Unilateral neglect of representational space. *Cortex*, 1978. 14(1): 129–133.

174 **Margarita Sarri . . . an experiment on neglect patients**

M. Sarri, F. Blankenburg, and J. Driver, Neural correlates of crossmodal visual-tactile extinction and of tactile awareness revealed by fMRI in a right-hemisphere stroke patient. *Neuropsychologia*, 2006. 44(12): 2398–2410.

175 **"There is no there, there"**

L. C. Robertson, Binding, spatial attention and perceptual awareness. *Nat Rev Neurosci*, 2003. 4(2): 93–102.

175 **Recognize colors and read words, but couldn't do both**

H. B. Coslett and G. Lie, Simultanagnosia: when a rose is not red. *J Cogn Neurosci*, 2008. 20(1): 36–48.

175 **Bob Knight, has come across such a patient**

R. T. Knight and M. Grabowecky, Escape from linear time: prefrontal cortex and conscious experience, in *The new cognitive neurosciences*, M. Gazzaniga, ed. 1995, Cambridge: MIT Press, 1357–1371.

176 **Working memory and attention . . . prefrontal parietal network . . . both**

R. Cabeza and L. Nyberg, Imaging cognition II: an empirical review of 275 PET and fMRI studies. *J Cogn Neurosci*, 2000. 12(1): 1–47.

176 **Increase the number of letters . . . working memory**

T. S. Braver et al., A parametric study of prefrontal cortex involvement in human working memory. *NeuroImage*, 1997. 5(1): 49–62.

176 **Number of abstract relations between items of an IQ task**

J. K. Kroger et al., Recruitment of anterior dorsolateral prefrontal cortex in human reasoning: a parametric study of relational complexity. *Cereb Cortex*, 2002. 12(5): 477–485.

176 **Number of spatial locations you have to remember**

D. Bor, J. Duncan, and A. M. Owen, The role of spatial configuration in tests of working memory explored with functional neuroimaging. *Scand J Psych*, 2001. 42(3): 217–224.

176 **If you switch attention between tasks**

C. Y. Sylvester et al., Switching attention and resolving interference: fMRI measures of executive functions. *Neuropsychologia*, 2003. 41(3): 357–370.

176 **If you attend to visual changes on a screen**

C. Buchel et al., The functional anatomy of attention to visual motion: a functional MRI study. *Brain*, 1998. 121 (Pt 7): 1281–1294.

N. Hon et al., Frontoparietal activity with minimal decision and control. *J Neurosci*, 2006. 26(38): 9805–9809.

176 ***Whenever we perform a complex or novel . . .* task**

J. Duncan and A. M. Owen, Common regions of the human frontal lobe recruited by diverse cognitive demands. *Trends Neurosci*, 2000. 23(10): 475–483.

176 **These regions . . . closely linked with IQ**

J. R. Gray, C. F. Chabris, and T. S. Braver, Neural mechanisms of general fluid intelligence. *Nat Neurosci*, 2003. 6(3): 316–322.

J. Duncan, A neural basis for general intelligence. *Science*, 2000. 289(5478): 457–460.

177 **Nikki Pratt . . . gave volunteers a classic attentional task**

N. Pratt, A. Willoughby, and D. Swick, Effects of working memory load on visual selective attention: behavioral and electrophysiological evidence. *Front Hum Neurosci*, 2011. 5: 57.

177 **Subsume working memory within an attentional framework**

E. I. Knudsen, Fundamental components of attention. *Annu Rev Neurosci*, 2007. 30: 57–78.

C. Bundesen, T. Habekost, and S. Kyllingsbaek, A neural theory of visual attention: bridging cognition and neurophysiology. *Psychol Rev*, 2005. 112(2): 291–328.

178 **Volunteers would view an array of 16 red squares**

D. Bor et al., Encoding strategies dissociate prefrontal activity from working memory demand. *Neuron*, 2003. 37(2): 361–367.

179 **Same experiment . . . this time with digits**

D. Bor et al., Prefrontal cortical involvement in verbal encoding strategies. *Eur J Neurosci*, 2004. 19(12): 3365–3370.

179 **Moving on to sequences of double digits**

D. Bor and A. M. Owen, A common prefrontal-parietal network for mnemonic and mathematical recoding strategies within working memory. *Cereb Cortex*, 2007. 17(4): 778–786.

181 **Cary Savage and colleagues showed that**

C. R. Savage et al., Prefrontal regions supporting spontaneous and directed application of verbal learning strategies: evidence from PET. *Brain*, 2001. 124 (Pt 1): 219–231.

181 **Vivek Prabhakaran . . . presented letters to participants**

V. Prabhakaran et al., Integration of diverse information in working memory within the frontal lobe. *Nat Neurosci*, 2000. 3(1): 85–90.

181 **Christopher Moore . . . demonstrated that extensive training**

C. D. Moore, M. X. Cohen, and C. Ranganath, Neural mechanisms of expert skills in visual working memory. *J. Neurosci*, 2006. 26(43): 11187–11196.

181 **Stanislas Dehaene . . . showed the transition**

C. Landmann et al., Dynamics of prefrontal and cingulate activity during a reward-based logical deduction task. *Cereb Cortex*, 2007. 17(4): 749–759.

182 **Tammet . . . extreme form of synesthesia**

S. Baron-Cohen et al., Savant memory in a man with colour form-number synaesthesia and Asperger syndrome. *J Consciousness Studies*, 2007. 14(9–10): 237–251.

182 **Tammet . . . far more numbers . . . short-term memory**

Ibid.

182 **Investigate his brain activity . . . one of our chunking tests**

D. Bor, J. Billington, and S. Baron-Cohen, Savant memory for digits in a case of synaesthesia and Asperger syndrome is related to hyperactivity in the lateral prefrontal cortex. *Neurocase*, 2007. 13(5): 311–319.

 Convert awkward obstacles into innovative solutions and . . . habits

D. Bor and A. K. Seth, Consciousness and the prefrontal parietal network: insights from attention, working memory and chunking. *Front Psychol*, 2012. 3: 63.

184 **Crick popularized the idea . . . neurons act in harmony**

F. Crick, *The astonishing hypothesis: the search for the scientific soul*. 1994, New York: Scribner.

184 **Gamma band . . . a frequency previously linked with attention**

H. Tiitinen et al., Selective attention enhances the auditory 40-Hz transient response in humans. *Nature*, 1993. 364(6432): 59–60.

184 **Rats . . . swift . . . synchrony when in a deep sleep**

C. H. Vanderwolf, Are neocortical gamma waves related to consciousness? *Brain Res*, 2000. 855(2): 217–224.

185 **Two . . . labs, Stanislas Dehaene's . . . and Bob Knight's . . . have shown**

R. T. Canolty et al., High gamma power is phase-locked to theta oscillations in human neocortex. *Science*, 2006. 313(5793): 1626–1628.

R. Gaillard et al., Converging intracranial markers of conscious access. PLoS Biol, 2009. 7(3): e61.

186 **Time . . . attention to filter sensory input according . . . goals**

Bundesen et al. (2005), see above.

Gaillard et al. (2009), see above.

187 **Dozens of simultaneous electrodes**

A. Maier, C. J. Aura, and D. A. Leopold, Infragranular sources of sustained local field potential responses in macaque primary visual cortex. *J Neurosci*, 2011. 31(6): 1971–1980.

187 **Victor Lamme's** ***recurrent processing model***

V.A.F. Lamme, How neuroscience will change our view on consciousness. *Cogn Neurosci*, 2010. 1(3): 204–220.

188 ***Global neuronal workspace model***

Dehaene and Changeux (2011), see above.

S. Dehaene, M. Kerszberg, and J. P. Changeux, A neuronal model of a global workspace in effortful cognitive tasks. *Proc Natl Acad Sci USA*, 1998. 95(24): 14529–14534.

189 **Studies of how the brain is wired**

D. S. Modha and R. Singh, Network architecture of the long-distance pathways in the macaque brain. *Proc Natl Acad Sci USA, 2010.* 107(30): 13485–13490.

189 **Giulio Tononi's *information integration theory***

G. Tononi, An information integration theory of consciousness. *BMC Neurosci*, 2004. 5: 42.

G. Tononi, Consciousness as integrated information: a provisional manifesto. *Biol Bull*, 2008. 215(3): 216–242.

189 **This theory is similar to two other modern theories**

A. K. Seth et al., Theories and measures of consciousness: an extended framework. *Proc Natl Acad Sci USA*, 2006. 103(28): 10799–10804.

190 **Prefrontal parietal network . . . kind of network . . . high . . . consciousness**

Bor and Seth (2012), see above.

第6章

197 **Story about a mature female bonobo named Matata**

S. Savage-Rumbaugh and R. Lewin, *Kanzi: the ape at the brink of the human mind*. 1994, New York: John Wiley & Sons.

198 **Not . . . conscious . . . between the pressure and the squealing**

D. McFarland, *Guilty robots, happy dogs: the question of alien minds*. 2008, Oxford: Oxford University Press.

198 **Animals appear to get bored**

F. Wemelsfelder, Animal boredom: understanding the tedium of confined lives, in *Mental health and well-being in animals*, F. D. McMillan, ed. 2005, Oxford, UK: Blackwell.

199 **Corvid . . . same brain-to-body ratio as a chimpanzee**

N. J. Emery and N. S. Clayton, The mentality of crows: convergent evolution of intelligence in corvids and apes. *Science*, 2004. 306(5703): 1903–1907.

199 **These birds plan for the future**

C. R. Raby et al., Planning for the future by western scrub-jays. *Nature*, 2007. 445(7130): 919–921.

199 **Scrub jay . . . re-hide the food to fool the observer**

J. M. Dally, N. J. Emery, and N. S. Clayton, Food-caching western scrub-jays keep track of who was watching when. *Science*, 2006. 312(5780): 1662–1665.

200 **Crows can use a sequence of tools**

J. H. Wimpenny et al., Cognitive processes associated with sequential tool use in New Caledonian crows. PLoS One, 2009. 4(8): e6471.

200 **The rooks easily learned . . . drop stones into . . . water**

C. D. Bird and N. J. Emery, Rooks use stones to raise the water level to reach a floating worm. *Current Biol*, 2009. 19(16): 1410–1414.

201 **Observed in the great apes by Daniel Hanus**

D. Hanus et al., Comparing the performances of apes (*Gorilla gorilla, Pan troglodytes, Pongo pygmaeus*) and human children (*Homo sapiens*) in the floating peanut task. PLoS One, 2011. 6(6): e19555.

201 **Five orangutans tested could pass this challenge**

N. Mendes, D. Hanus, and J. Call, Raising the level: orangutans use water as a tool. *Biol Lett*, 2007. 3(5): 453–455.

202 **Other animals that have passed it include**

D. B. Edelman and A. K. Seth, Animal consciousness: a synthetic approach. *Trends Neurosci*, 2009. 32(9): 476–484.

203 **Monkeys can be trained to tell . . . experience flips**

N. K. Logothetis, Single units and conscious vision. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci*, 1998. 353(1377): 1801–1818.

203 **Nate Kornell . . . showed monkeys a set of dots**

N. Kornell, L. K. Son, and H. S. Terrace, Transfer of metacognitive skills and hint seeking in monkeys. *Psychol Sci*, 2007. 18(1): 64–71.

204 **Posterior parietal cortex . . . activity . . . matches level of confidence**

R. Kiani and M. N. Shadlen, Representation of confidence associated with a decision by neurons in the parietal cortex. *Science*, 2009. 324(5928): 759–764.

204 **Other species that have shown similar skills**

C. Suda-King, Do orangutans (*Pongo pygmaeus*) know when they do not remember? *Anim Cogn*, 2008. 11(1): 21–42.

A. L. Foote and J. D. Crystal, Metacognition in the rat. *Curr Biol*, 2007. 17(6): 551–555.

205 **Rats . . . shown to apply simple forms of chunking**

T. Macuda and W. A. Roberts, Further evidence for hierarchical chunking in rat spatial memory. *J Exp Psych: Anim Behav Proc*, 1995. 21(1): 20–32.

205 **Herbert Terrance trained pigeons to peck**

H. S. Terrace, Chunking by a pigeon in a serial learning task. *Nature*, 1987. 325(7000): 149–151.

205 **Analogous to human forms of chunking**

K. A. Ericcson, W. G. Chase, and S. Falloon, Acquisition of a memory skill. *Science*, 1980. 208: 1181–1182.

205 **Extent of our ability to chunk**

C. M. Conway and M. H. Christiansen, Sequential learning in non-human primates. *Trends Cogn Sci*, 2001. 5(12): 539–546.

206 **Observe different species at play**

Ibid.

207 **Patricia Greenfield . . . abilities to chunk . . . mirrored . . . language**

P. M. Greenfield, Language, tools and brain: the ontogeny and phylogeny of hierarchically organized sequential behavior. *Behav Brain Sci*, 1991. 14: 531–595.

208 **Zinacantecos babies and toddlers in southern Mexico**

Ibid.

209 **Mother's placenta and the fetus . . . safe sedation**

C. Koch, When does consciousness arise in human babies? *Sci Am*, September 2, 2009; www.scientificamerican.com/article.cfm?id=when-does-consciousness-arise.

211 **Bottlenose dolphins, whose brain weighs . . . 1.8 kilograms**

L. Marino, A comparison of encephalization between odontocete cetaceans and anthropoid primates. *Brain Behav Evol*, 1998. 51(4): 230–238.

211 **African elephant . . . brain that weighs . . . 6.5 kilograms**

M. Goodman et al., Phylogenomic analyses reveal convergent patterns of adaptive evolution in elephant and human ancestries. *Proc Natl Acad Sci USA*, 2009. 106(49): 20824–20829.

211 **Sperm whale . . . brain that tops 8 kilograms**

L. Marino, Cetacean brain evolution: multiplication generates complexity. *Int J Comp Psych*, 2004. 17(1): 1–16.

211 **Many factors . . . useful ratio of brain to body**

S. Herculano-Houzel, The human brain in numbers: a linearly scaled-up primate brain. *Front Hum Neurosci*, 2009. 3: 31.

212 **Brain . . . similarity . . . in . . . other animals**

Edelman and Seth (2009), see above.

212 **All vertebrates . . . thalamus . . . but not all . . . cortex**

A. B. Butler and W. Hodos, *Comparative vertebrate neuroanatomy: evolution and adaptation*, vol. 2. 2005, Hoboken, NJ: Wiley.

212 **Octopus . . . behaves . . . utterly belie its primitive label**

Edelman and Seth (2009), see above.

213 **If octopuses are conscious . . . never realize it from . . . anatomy**

Ibid.

213 **Giulio Tononi's information integration theory**

G. Tononi, Consciousness as integrated information: a provisional manifesto. *Biol Bull*, 2008. 215(3): 216–242.

214 **Adam Barrett and Anil Seth . . . adapt the theory**

A. B. Barrett and A. K. Seth, Practical measures of integrated information for time-series data. PLoS Comput Biol, 2011. 7(1): e1001052.

215 **Massimini . . . practical rough-and-ready approximation**

M. Massimini et al., Breakdown of cortical effective connectivity during sleep. *Science*, 2005. 309(5744): 2228–2232.

第7章

221 **Concussions . . . severe brain damage . . . Alzheimer's disease**

B. Holmes, Deep impact: the bad news about banging your head. *New Scientist*, 2011. 2829: 38–41.

225 **Vegetative state . . . thalamus . . . pathways to the prefrontal cortex**

S. Laureys et al., Restoration of thalamocortical connectivity after recovery from persistent vegetative state. *Lancet*, 2000. 355(9217): 1790–1791.

226 **Rating scales, which standardize and quantify the diagnostic**

C. Schnakers et al., Diagnostic accuracy of the vegetative and minimally conscious state: clinical consensus versus standardized neurobehavioral assessment. *BioMedCentral Neurol*, 2009. 9: 35.

227 **Invalid . . . assume . . . no conscious life . . . completely paralyzed**

M. M. Monti, S. Laureys, and A. M. Owen, The vegetative state. *Brit Med J*, 2010. 341: c3765.

227 **One recent large-scale study . . . involved 41 patients**

M. R. Coleman et al., Towards the routine use of brain imaging to aid the clinical diagnosis of disorders of consciousness. *Brain*, 2009. 132 (Pt 9): 2541–2552.

228 **In 2006 with a twenty-three-year-old woman**

A. M. Owen et al., Detecting awareness in the vegetative state. *Science*, 2006. 313(5792): 1402.

228 **Normal, healthy controls performing the same imaginary tasks**

M. Boly et al., When thoughts become action: an fMRI paradigm to study volitional brain activity in non-communicative brain injured patients. *NeuroImage*, 2007. 36(3): 979–992.

229 **Owen . . . showed that only about 17 percent**

M. M. Monti et al., Willful modulation of brain activity in disorders of consciousness. *N Engl J Med*, 2010. 362(7): 579–589.

229 **Owen's group . . . testing the use of EEG**

D. Cruse et al., Bedside detection of awareness in the vegetative state: a cohort study. *Lancet*, 2011. 378(9808): 2088–2094.

229 **This technique was later used on . . . a young Belgian man**

Monti et al (2010), see above.

231 **Davinia Fernandez-Espejo . . . relatively novel MRI scanning technique**

D. Fernández-Espejo et al., Diffusion weighted imaging distinguishes the vegetative state from the minimally conscious state. *NeuroImage*, 2011. 54(1): 103–112.

231 **Melanie Boly and colleagues were able to show**

M. Boly et al., Preserved feedforward but impaired top-down processes in the vegetative state. *Science*, 2011. 332(6031): 858–862.

231 **Another principled approach . . . uses the TMS-EEG technique**

M. Massimini et al., A perturbational approach for evaluating the brain's capacity for consciousness. *Prog Brain Res*, 2009. 177: 201–214.

232 **Nicholas Schiff . . . deep brain stimulation**

N. D. Schiff et al., Behavioural improvements with thalamic stimulation after severe traumatic brain injury. *Nature*, 2007. 448(7153): 600–603.

232 **Raif Clauss . . . a common sleeping drug**

R. Clauss and W. Nel, Drug induced arousal from the permanent vegetative state. *NeuroRehabilitation*, 2006. 21(1): 23–28.

233 **Other research groups . . . shown that zolpidem . . . improve conscious**

J. Whyte and R. Myers, Incidence of clinically significant responses to zolpidem among patients with disorders of consciousness: a preliminary placebo controlled trial. *Am J Phys Med Rehab*, 2009. 88(5): 410–418.

第8章

237 **(WHO) estimates that up to a quarter of all people**

World Health Organization (WHO), *Global status report on non-communicable diseases 2010*. 2011, Geneva: WHO.

237 **Loss to the economy due to mental illness**

D. E. Bloom et al., *The global economic burden of non-communicable diseases*, W. E. Forum, ed. 2011, Geneva: World Economic Forum.

239 **Autistic children . . . improvements . . . behavioral intervention program**

G. Dawson et al., Randomized, controlled trial of an intervention for toddlers with autism: the early start Denver Model. *Pediatr*, 2009. 125(1): e17–e23.

239 **Autism . . . centrally defined . . . excessive richness of information**

L. Mottron et al., Enhanced perceptual functioning in autism: an update, and eight principles of autistic perception. *J Autism Dev Disord*, 2006. 36(1): 27–43.

H. Markram, T. Rinaldi, and K. Markram, The intense world syndrome—an alternative hypothesis for autism. *Front Neurosci*, 2007. 1(1): 77–96.

239 **Prominent figures . . . suffered from Asperger's syndrome**

H. Muir, Did Einstein and Newton have autism? *New Scientist*, 2003. 2393: 10.

James, I., Singular scientists. *J Royal Soc Med*, 2003. 96(1): 36–39.

240 **Give autistics the Raven's matrices test . . . IQ jumps**

M. Dawson et al., The level and nature of autistic intelligence. *Psychol Sci*, 2007. 18(8): 657–662.

240 **Superior abilities in . . . perceptual and analytical areas**

Mottron et al (2006), see above.

240 **Autism is the opposite of schizophrenia**

B. Crespi, P. Stead, and M. Elliot, Evolution in health and medicine. Sackler colloquium: comparative genomics of autism and schizophrenia. *Proc Natl Acad Sci USA*, 2009.

241 **Small range of superior skills that autistic people adopt**

D. A. Treffert, The savant syndrome: an extraordinary condition. A synopsis: past, present, future. *Philos Trans Royal Soc B: Biol Sci*, 2009. 364(1522): 1351–1357.

241 **"... [N]umerical comfort blanket"**

D. Tammet, *Born on a blue day: a memoir of Aspergers and an extraordinary mind*. 2006, London: Hodder & Stoughton.

242 **Autistic people have an imbalance of these chemicals**

A. M. Persico and T. Bourgeron, Searching for ways out of the autism maze: genetic, epigenetic and environmental clues. *Trends Neurosci*, 2006. 29(7): 349–358.

242 **Arbaclofen acts to restore this balance**

L. W. Wang, E. Berry-Kravis, and R. J. Hagerman, Fragile X: leading the way for targeted treatments in autism. *Neurotherapeutics*, 2010. 7(3): 264–274.

244 **Sleep deprivation . . . consistently fatal**

C. A. Everson, B. M. Bergmann, and A. Rechtschaffen, Sleep deprivation in the rat: III. Total sleep deprivation. *Sleep*, 1989. 12(1): 13–21.

244 **Sleep . . . a key ingredient in effective learning and memory**

M. P. Walker and R. Stickgold, Sleep-dependent learning and memory consolidation. *Neuron*, 2004. 44(1): 121–133.

244 **Neurons . . . need a period of reduced activity to reset**

G. Tononi and C. Cirelli, Sleep function and synaptic homeostasis. *Sleep Med Rev*, 2006. 10(1): 49–62.

245 **Rise of depression related to . . . severity of the breathing problems**

P. E. Peppard et al., Longitudinal association of sleep-related breathing disorder and depression. *Arch Intern Med*, 2006. 166(16): 1709–1715.

245 **SAD . . . light therapy . . . raise alertness levels**

G. Vandewalle, P. Maquet, and D. J. Dijk, Light as a modulator of cognitive brain function. *Trends Cogn Sci*, 2009. 13(10): 429–438.

246 **David Gozal . . . ADHD if they had sleep apnea**

L. M. O'Brien et al., Sleep and neurobehavioral characteristics of 5- to 7-year-old children with parentally reported symptoms of attention-deficit/hyperactivity disorder. *Pediatr*, 2003. 111(3): 554–563.

246 **REM sleep the next night increases to catch up**

C. F. Reynolds III et al., Sleep deprivation in healthy elderly men and women: effects on mood and on sleep during recovery. *Sleep*, 1986. 9(4): 492–501.

246 **Disturbance in REM sleep . . . depressives and schizophrenics**

D. Riemann, M. Berger, and U. Voderholzer, Sleep and depression—results from psychobiological studies: an overview. *Biol Psychol*, 2001. 57(1–3): 67–103.

M. S. Keshavan, C. F. Reynolds, and D. J. Kupfer, Electroencephalographic sleep in schizophrenia: a critical review. *Compr Psychiatry*, 1990. 31(1): 34–47.

246 **Prefrontal parietal network . . . is . . . underactivated in ADHD**

T. Silk et al., Dysfunction in the fronto-parietal network in attention deficit hyperactivity disorder (ADHD): an fMRI study. *Brain Imaging Behav*, 2008. 2(2): 123–131.

246 **Bipolar disorder . . . ties with sleep**

D. T. Plante and J. W. Winkelman, *Sleep disturbance in bipolar disorder: therapeutic implications. Am J Psychiatry*, 2008. 165(7): 830–843.

247 **Abnormalities in genetic and molecular processes that regulate sleep**

K. Wulff et al., Sleep and circadian rhythm disruption in psychiatric and neurodegenerative disease. *Nat Rev Neurosci*, 2010. 11(8): 589–599.

247 **Coffee intake prevents suicide**

I. Kawachi et al., A prospective study of coffee drinking and suicide in women. *Arch Intern Med*, 1996. 156(5): 521–525.

247 **Increased coffee drinking . . . lower incidence of depression**

M. Lucas et al., Coffee, caffeine, and risk of depression among women. *Arch Intern Med*, 2011. 171(17): 1571–1578.

247 **Light therapy . . . help in all manner of psychiatric conditions**

M. Terman, Evolving applications of light therapy. *Sleep Med Rev*, 2007. 11(6): 497–507.

248 **Poorer quality sleep . . . impair[s] . . . working memory**

M.-R. Steenari et al., Working memory and sleep in 6- to 13-year-old schoolchildren. *J Am Acad Child Adolesc Psychiatry*, 2003. 42(1): 85–92.

248 **Michael Chee . . . lack of sleep . . . less efficient prefrontal parietal**

M.W.L. Chee and W. C. Choo, Functional imaging of working memory after 24 hr of total sleep deprivation. *J Neurosci*, 2004. 24(19): 4560–4567.

248 **Robert Thomas . . . studying adults with sleep apnea**

R. J. Thomas et al., Functional imaging of working memory in obstructive sleep-disordered breathing. *J Appl Physiol*, 2005. 98(6): 2226–2234.

248 **Light therapy . . . boosts . . . attention and working memory**

Vandewalle et al (2009), see above.

248 **ADHD children working memory . . . especially low**

R. Martinussen et al., A meta-analysis of working memory impairments in children with attention-deficit/hyperactivity disorder. *J Am Acad Child Adolesc Psychiatry*, 2005. 44(4): 377–384.

249 **Baba Shiv . . . the difficult . . . number . . . likely to choose . . . cake**

B. Shiv and A. Fedorikhin, Heart and mind in conflict: the interplay of affect and cognition in consumer decision making. *J Cons Res*, 1999. 26(3): 278–292.

249 **Clear relationship . . . poor sleep and obesity**

G. Hasler et al., The association between short sleep duration and obesity in young adults: a 13-year prospective study. *Sleep*, 2004. 27(4): 661–666.

249 **Reduced working memory . . . psychological cause of [schizophrenic symptoms]**

P. Goldman-Rakic, Working memory dysfunction in schizophrenia. *J Neuropsychiatry Clin Neurosci*, 1994. 6(4): 348–357.

H. Silver et al., Working memory deficit as a core neuropsychological dysfunction in schizophrenia. *Am J Psychiatry*, 2003. 160(10): 1809–1816.

J. Lee and S. Park, Working memory impairments in schizophrenia: a meta-analysis. *J Abnorm Psychol*, 2005. 114(4): 599–611.

249 **Schizophrenics also have a dysfunctional prefrontal cortex**

C. S. Carter et al., Functional hypofrontality and working memory dysfunction in schizophrenia. *Am J Psychiatry*, 1998. 155(9): 1285–1287.

250 **Well subjects . . . Ritalin . . . prefrontal functions more efficiently**

M. A. Mehta et al., Methylphenidate enhances working memory by modulating discrete frontal and parietal lobe regions in the human brain. *J Neurosci*, 2000. 20(6): RC65.

250 **Ritalin . . . schizophrenics . . . create psychotic symptoms**

D. S. Janowsky et al., Provocation of schizophrenic symptoms by intravenous administration of methylphenidate. *Arch Gen Psychiatry*, 1973. 28(2): 185–191.

250 **You actually need a medium amount of dopamine**

S. Vijayraghavan et al., Inverted-U dopamine D1 receptor actions on prefrontal neurons engaged in working memory. *Nat Neurosci*, 2007. 10(3): 376–384.

251 **Schizophrenics . . . deficient glutamate . . . knock-on effect on dopamine**

M. Laruelle, L. S. Kegeles, and A. Abi-Dargham, Glutamate, dopamine, and schizophrenia. *Ann NY Acad Sci*, 2003. 1003(1): 138–158.

J. W. Olney and N. B. Farber, Glutamate receptor dysfunction and schizophrenia. *Arch Gen Psychiatry*, 1995. 52(12): 998–1007.

J. Coyle, Glutamate and schizophrenia: beyond the dopamine hypothesis. *Cell Mol Neurobiol*, 2006. 26(4): 363–382.

251 **Normal people, ketamine can . . . turn them into schizophrenics**

P. C. Fletcher and G. D. Honey, Schizophrenia, ketamine and cannabis: evidence of overlapping memory deficits. *Trends Cogn Sci*, 2006. 10(4): 167–174.

251 **Schizophrenics . . . ketamine . . . exacerbate all their symptoms**

A. C. Lahti et al., Effects of ketamine in normal and schizophrenic volunteers. *Neuropsychopharmacol*, 2001. 25(4): 455–467.

252 **About 40 percent of schizophrenics gain any benefit**

S. Leucht et al., How effective are second-generation antipsychotic drugs? A meta-analysis of placebo-controlled trials. *Mol Psychiatry*, 2008. 14(4): 429–447.

252 **67 percent of schizophrenic patients report [adverse side effects]**

J. A. Lieberman et al., Effectiveness of antipsychotic drugs in patients with chronic schizophrenia. *New Engl J Med*, 2005. 353(12): 1209–1223.

252 **Anecdotal evidence . . . schizophrenics function better . . . never been prescribed**

K. Hopper and J. Wanderling, Revisiting the developed versus developing country distinction in course and outcome in schizophrenia: results from ISoS, the WHO collaborative followup project. *Schizophr Bull*, 2000. 26(4): 835–846.

252 **Sandeep Patil . . . created a drug that targets**

S. T. Patil et al., Activation of mGlu2/3 receptors as a new approach to treat schizophrenia: a randomized Phase 2 clinical trial. *Nat Med*, 2007. 13(9): 1102–1107.

253 **Single genes . . . turned on or off . . . sections of DNA . . . change neurotransmitter function**

F. Holsboer, How can we realize the promise of personalized antidepressant medicines? *Nat Rev Neurosci*, 2008. 9(8): 638–646.

254 **Genes coding for dopamine and prefrontal function . . . psychiatric conditions**

A. Meyer-Lindenberg and D. R. Weinberger, Intermediate phenotypes and genetic mechanisms of psychiatric disorders. *Nat Rev Neurosci*, 2006. 7(10): 818–827.

254 **Genes . . . respond to SSRIs . . . pass the blood-brain barrier**

Holsboer (2008), see above.

254 **Novel brain-scanning . . . measure neurotransmitter changes**

P. M. Matthews, G. D. Honey, and E. T. Bullmore, Applications of fMRI in translational medicine and clinical practice. *Nat Rev Neurosci*, 2006. 7(9): 732–744.

255 **Healthy nonelderly people don't gain any generalized improvement**

A. M. Owen et al., Putting brain training to the test. *Nature*, 2010. 465(7299): 775–778.

255 **Cognitive training is useful in staving off dementia**

R. S. Wilson et al., Cognitive activity and the cognitive morbidity of Alzheimer disease. *Neurol*, 2010. 75(11): 990–996.

255 **Torkel Klingberg . . . gave ADHD children . . . tasks to practice**

T. Klingberg, H. Forssberg, and H. Westerberg, Training of working memory in children with ADHD. *J Clin Exp Neuropsychol*, 2002. 24(6): 781–791.

255 **Training in the scanner . . . boost prefrontal parietal . . . activity**

P. J. Olesen, H. Westerberg, and T. Klingberg, Increased prefrontal and parietal activity after training of working memory. *Nat Neurosci*, 2004. 7(1): 75–79.

255 **Joni Holmes . . . compared . . . Ritalin . . . to working memory training**

J. Holmes et al., Working memory deficits can be overcome: impacts of training and medication on working memory in children with ADHD. *Appl Cogn Psychol*, 2010. 24(6): 827–836.

255 **Melissa Fisher . . . cognitive-training program . . . schizophrenic patients improved**

M. Fisher et al., Neuroplasticity-based cognitive training in schizophrenia: an interim report on the effects 6 months later. *Schizophr Bull*, 2010. 36(4): 869–879.

256 **Sylvia Nasar's book**

S. Nasar, *A beautiful mind: a biography of John Forbes Nash, Jr.* 1998, New York: Simon & Schuster.

257 **Half-strangled prefrontal cortex can . . . suppress amygdala activity**

S. J. Bishop, Neurocognitive mechanisms of anxiety: an integrative account. *Trends Cogn Sci*, 2007. 11(7): 307–316.

A.F.T. Arnsten, Stress signalling pathways that impair prefrontal cortex structure and function. *Nat Rev Neurosci*, 2009. 10(6): 410–422.

260 **Depressive or anxious patients . . . fearful stimuli in the scanner**

J. S. Greg et al., Increased amygdala and decreased dorsolateral prefrontal BOLD responses in unipolar depression: related and independent features. *Biol Psychiatry*, 2007. 61(2): 198–209.

S. J. Bishop, Trait anxiety and impoverished prefrontal control of attention. *Nat Neurosci*, 2009. 12(1): 92–98.

260 **Period of stress . . . turn off prefrontal function**

Arnsten, Stress signalling pathways.

262 **Meditative state increases activity in the prefrontal parietal network**

B. R. Cahn and J. Polich, Meditation states and traits: EEG, ERP, and neuroimaging studies. *Psychol Bull*, 2006. 132(2): 180–211.

262 **Regular meditation . . . permanently change the prefrontal parietal network**

J. A. Brefczynski-Lewis et al., Neural correlates of attentional expertise in long-term meditation practitioners. *Proc Natl Acad Sci USA*, 2007. 104(27): 11483–11488.

262 **Long-term meditation shifts the see-saw battles**

Ibid.

262 **Long-term meditation increases the thickness of the prefrontal cortex**

S. W. Lazar et al., Meditation experience is associated with increased cortical thickness. *Neuroreport*, 2005. 16(17): 1893–1897.

262 **Two months of meditation . . . shrink the . . . amygdala**

B. K. Holzel et al., Stress reduction correlates with structural changes in the amygdala. *Soc Cogn Affect Neurosci*, 2010. 5(1): 11–17.

262 **Long-term meditation does improve a range of . . . tasks**

M. Kozhevnikov et al., The enhancement of visuospatial processing efficiency through Buddhist deity meditation. *Psychol Sci*, 2009. 20(5): 645–653.

A. Moore and P. Malinowski, Meditation, mindfulness and cognitive flexibility. *Conscious Cogn*, 2009. 18(1): 176–186.

H. A. Slagter et al., Mental training affects distribution of limited brain resources. PLoS Biol, 2007. 5(6): e138.

262 **Meditation . . . reduce a person's need for sleep**

P. Kaul et al., Meditation acutely improves psychomotor vigilance, and may decrease sleep need. *Behav Brain Funct*, 2010. 6: 47.

263 **Four meditation sessions . . . reduce . . . tiredness . . . increase working memory**

F. Zeidan et al., Mindfulness meditation improves cognition: evidence of brief mental training. *Conscious Cogn*, 2010. 19(2): 597–605.

263 **Yi-Yuan Tang . . . five days were needed . . . improve on an attentional task**

Y. Y. Tang et al., Short-term meditation training improves attention and self-regulation. *Proc Natl Acad Sci USA*, 2007. 104(43): 17152–17156.

263 **Meditation . . . effective weapon against . . . a host of . . . conditions**

J. N. Teasdale et al., Prevention of relapse/recurrence in major depression by mindfulness-based cognitive therapy. *J Consulting Clin Psychol*, 2000. 68(4):615–623.

J. Kabat-Zinn et al., Effectiveness of a meditation-based stress reduction program in the treatment of anxiety disorders. *Am J Psychiatry*, 1992. 149(7): 936–943.

J. Kabat-Zinn, L. Lipworth, and R. Burney, The clinical use of mindfulness meditation for the self-regulation of chronic pain. *J Behav Med*, 1985. 8(2): 163–190.

D. P. Johnson et al., Loving-kindness meditation to enhance recovery from negative symptoms of schizophrenia. *J Clin Psychol*, 2009. 65(5): 499–509.

Z. V. Segal et al., Antidepressant monotherapy vs sequential pharmacotherapy and mindfulness-based cognitive therapy, or placebo, for relapse prophylaxis in recurrent depression. *Arch Gen Psychiatry*, 2010. 67(12): 1256–1264.

[1]其余参考文献见华章网站www.hzbook.com。



Consciousness
Confessions of a Romantic Reductionist

意识与脑

一个还原论者的浪漫自白

[美] 克里斯托弗·科赫（Christof Koch）著 李恒威 安晖 译

意识现代科学代表人物 **克里斯托弗·科赫**
讲述揭示意识根源的生命之旅

脑科学研究专家 **唐孝威院士** 撰文推荐

意识领域知名学者、浙江大学 **李恒威教授** 领衔翻译



机械工业出版社
China Machine Press

意识与脑：一个还原论者的浪漫自白

Consciousness：Confessions of a Romantic Reductionist

（美）科赫（Koch，C.） 著

李恒威 安晖 译

ISBN：978-7-111-49545-1

本书纸版由机械工业出版社于2015年出版，电子版由华章分社（北京华章图文信息有限公司，北京奥维博世图书发行有限公司）全球范围内制作与发行。

版权所有，侵权必究

客服热线：+ 86-10-68995265

客服信箱：service@bbbvip.com

官方网址：www.bbbvip.com

新浪微博 @言商书局

腾讯微博 @bbb-vip

目录

推荐序

译者序

第1章

第2章

第3章

第4章

第5章

第6章

第7章

第8章

第9章

第10章

注释

参考文献

译后记

推荐序

意识问题是当代自然科学最基本和最困难的问题之一。近年来，由于实验技术的发展，用自然科学方法研究和认识意识的任务已经提到科学研究的日程上来。

意识问题涉及广泛的学科领域。从神经生物学的角度看，意识研究的问题之一是，产生意识的神经机制是什么，也就是要回答：主观意识体验是怎样由脑内神经网络产生的？这是一个激起人类理智好奇的有趣问题。

脑和心智非常复杂，具有多个层次和多个维度，需要从脑和心智的不同层次的各种成分的特性和相互作用，从它们与身体、环境和社会的相互作用，从它们的集成过程和层展现象等方面，来对意识进行研究。

意识研究不但有基本的理论意义，而且有重要的应用价值。世界最宝贵的是人，人最宝贵的是意识。人们开始重视意识与健康、意识与教育、意识与创新、意识与社会等实际问题的研究。这些应用研究的成果将造福于人类。

机械工业出版社组织翻译当代外国科学家关于意识的著作，以“意识与脑”为主题出版一系列图书。这些书有助于广大读者了解外国意识研究的现状，了解国外不同学科的科学家对意识的种种见解，并提出自己的分析和讨论。

中华民族走向世界，为世界文明做出贡献。在脑和心智的领域中，我们要对意识问题进行长期的、系统的研究，在继承中华文化和在自己研究的基础上，借鉴国外的发展，建构比较全面的意识研究框架。

意识问题是脑科学、心理学、生物学、医学、物理学、化学、信息科学、认知科学、计算机科学、哲学等许多学科交叉研究的课题，需要不同学科的科学家参与，综合运用多学科的手段进行研究。愿我们为解开意识之谜而共同努力。

唐孝威

浙江大学物理系/语言与认知研究中心

2015年1月

译者序

“我思，故我在。”笛卡尔用他的怀疑程序强有力地“证明”：有意识的思维或感受是一个自明的、强硬的、不可置疑的事实。然而，从理智的——无论是哲学的还是科学的——角度看，意识这个确定的事实仍然是一个巨大的谜！意识之谜的吊诡之处在于：它因意识本身而被提出，而如果它能被理解和解决，也必须凭依有意识的理智本身。也许我们应该在意识之谜面前驻足片刻，去体会一下它的独特韵味：有意识的体验好比是宇宙漫长演化中的一道曙光，尽管它还闪烁不定，但它第一次将曾经漫无边际的无意识的黑暗世界的一隅照亮，然后慢慢扩大，并最终明白自己就诞生在那个被它照亮的宇宙中。那么，到底是意识在宇宙中，还是宇宙在意识中？这是一个“庄生晓梦迷蝴蝶”般的谜题。让我们暂时搁置这个玄思，回到当代理智的意识研究。

英国心理学家威尔曼斯（Max Velmans）在《理解意识》（Understanding Consciousness）这本名著中提出意识的科学-哲学研究的5组问题：

问题1　意识是什么，它位于何处？

问题2　如何理解意识与物质之间的因果关系，尤其是意识与脑之间的因果关系？

问题3　意识有什么功能？例如，它与人的信息加工过程的关系是怎样的？

问题4　与意识相关联的物质形式是什么——尤其是大脑中意识的神经基质（substrates）是什么？

问题5　检测意识——发现其本性——的最恰当方式是什么？哪些特征能够以第一人称方法进行检测，哪些需要用第三人称方法，以及第一人称与第三人称方法的发现如何彼此相关？

换一个角度，关于意识的哲学-科学研究，我们也可以将它分为4个层次：

层次1　广义现象学：意识是一个唯有第一人称才可通达的现象，因此，作为一个现象，“意识是什么”的问题必须首先由第一人称的体验来揭示，它包括日常的体验、内省和反思、现象学的体验和反思、东方传统中的止观等。

层次2　形而上学：心与身相关，但心与身处于何种相关关系呢？这是一个根本的形而上学问题，它关乎人究竟以何种方式存在，就这个意义而言，它是意识研究中真正的“难问题”。在这个问题上，存在多种版本的一元论或二元论的解释。如果这个问题不能得到恰当理解，意识之谜就无望真正被解决。

层次3　自然科学：意识与身-脑紧密相关，这是意识科学研究的基础。苏珊·格林菲尔德（Susan Greenfield）说：“人脑是个难以捉摸的器官，由我们未知的原因它产生了情绪、语言、记忆和意识，它给予我们推理、创造和直觉力，它是唯一能自我观察的器官，而且沉思它的内在工作。”与意识的自然科学研究相关的一些核心问题是：与意识体验相关的神经基质是什么？或者说意识的神经机制或神经相关物（NCC）是什么？无意识心智活动与有意识心智活动之间神经表征的差别是什么？为什么分布式的、时序上有先后的神经网络的活动会最终显现为一个统一的意识体验？

层次4　方法论：从第一人称角度，我们拥有体验；从第三人称角

度，我们拥有的是关于特定体验或体验类型的脑运行的知识。也许一个恰当的方法论态度是将第一人称方法和第三人称方法看成是互补的。

在当代，我们可以看到，不同背景的学者在上述所有层面上开展着如火如荼的研究，其间夹杂着激烈的对话、争锋和谨慎的整合。这里有悲观主义者——意识之谜是不可解的；有独断论者——意识就是颅内那一团布满皱褶的物质，意识、自我还有自由意志都是错觉；也有谨慎乐观的未来主义者——理智自己提出的一切合乎理性的问题都可以在理智的未来进步和科学的未来发展中得到解决或判定。

这是一个意识研究的大合唱时代，也是百舸争流的时代，科学勇往直前，而哲学会不时表现出一丝忧虑。然而，不论是什么态度或心情，如果人类还想最终获得一个合乎逻辑的、一致且全面的意识理论，那么无论是有此理论抱负的研究者还是一般公众，都有必要博采兼容意识研究的多元的进路、思想和观点。为此，我们很高兴看到机械工业出版社以“意识与脑”为主题译介当代最新意识研究的成果和思想，汇成系列，希望这些工作能有助于推动国内科学界和哲学界对意识研究的关注，培育意识研究的学术氛围以及凝聚意识研究的学术共同体。

李恒威

浙江大学哲学系/语言与认知研究中心

2014年6月

第1章

在这一章，我将介绍古老的心-身问题，解释为什么我力求以理性和经验实证的探索来解决它，让你熟悉弗朗西斯·克里克（Francis Crick），解释他为什么与这个探索有关，做一个告白并最终以一种悲伤的注解结束。

我无法告诉你它实际上是什么，我只能告诉你它感觉起来像是什么。

——埃米纳姆，《爱你说谎的方式》（2010年）

因为一个日常事件，我的生活走上了一条新路。我已经服用了一片阿司匹林，但牙疼仍在持续。我躺在床上，下臼齿的阵阵剧痛令我无法入睡。

我试着转移这个疼痛的感觉，我想知道它何以带来如此巨大的伤痛。我知道，牙髓的炎症产生的生物电活动会沿着三叉神经的一条分支，最终直达脑干。通过进一步的中继之后，位于颅骨下的脑神经灰质中的神经细胞被激活，并发放电脉冲。脑这个部分的生物电活动与疼痛意识紧密相关，包括可怕的疼痛感受。

但是，等等。某个令人极其费解的事情发生了。脑中的活动如何触发感受？它仅仅是黏糊糊的质料。这种纯粹肉体的质物——就像赛博朋克（cyberpunk）小说中轻蔑提及的身体——如何产生感觉能力（sentience）？说得更明白一点，物理事物如何引发非物理事物，即引发主观状态的呢？我在大西洋海岸的一个遥远夏日所体验的疼痛，看到我孩子所感受到的喜悦或品尝满是泡沫的武夫赖葡萄酒（Vouvray）的

味道，所有这些体验的起源从神经物质兴奋的角度看都一样令人困惑。

这之所以让人困惑，是因为在神经系统与其内部观点（即神经系统产生的感觉）之间存在那个看似无法逾越的鸿沟。一方面是脑，即已知宇宙中最复杂的对象，一个服从物理定律的物质。另一方面是觉知（awareness）的世界，生命的声音和景象的世界，恐惧和愤怒的世界，性欲、爱和厌倦的世界。

正如中风或猛击头部这类让人震惊的状况所展现的那样，这两个世界紧密相联。奥斯卡·王尔德（Oscar Wilde）曾诗意地表达过这一点："正是在脑中，罂粟是红艳的，苹果是芳香的，云雀在歌唱。"但这种转变究竟是如何发生的？通过它的形状、它的大小、它的活动、它的复杂性，脑是如何构建有意识体验的？

意识并不出现在组成物理学基础的方程式中，也不存在于化学周期表以及我们基因的无尽的ATGC[1]分子序列中。可是我（即写下这几行句子的作者）与你（即读者）都是有感觉能力的（sentient）。就在这个宇宙中，我们发现了自己。在这个宇宙中，组织精微的物质的特定振动引发了有意识的感受，这就像磨蹭黄铜灯会出现满足三个愿望的神灵一样神奇。

我是一个书呆子。当我还是孩子时，我用自己的家用计算机来执行布尔（Boolean）逻辑定律。我醒着，躺在床上，思考设计精细的隧道钻孔机。所以，当牙疼时，我会很自然地想到一台计算机能否体验到疼痛。假如将一个温度传感器连接到我的笔记本电脑上，并以如下方式来编程：如果房间变得太热，单词"疼"将以巨大的红色字母显示在计算机屏幕上。但是，对于我的苹果电脑而言，"疼痛"感受起来像什么？我愿意将许多东西授予苹果产品，尤其是酷，但是不包括感觉能力。

但为什么不呢？是因为我的笔记本电脑基于不同的物理原理运行？与带正、负电荷的钠、钾、钙和氯离子在神经细胞内外游离不同，电子流向晶体管的门电路，从而导致它们开或关。这是关键的差别吗？我不这么认为，因为在我看来最终一定是脑的不同部分彼此的功能联系才是至关重要的，并且至少在原则上，人们能在计算机上模仿它们。这是因为人是有机的，由骨骼、肌肉和神经构成，而计算机是人造的，由钛、铜线和硅制成吗？这也似乎不是关键。所以，或许是因为人类凭借偶然性和必要性得以进化，而机械装置明显是被设计的吗？动物的演化史完全不同于数字机器，其差异反映在它们的不同架构上。但我不明白它们的不同架构如何造成一个有意识而另一个没有意识。起作用的一定是系统的物理状态，而不是系统的构成方式。

起作用的差别是什么呢？

哲学上，解释某人为什么能感受到某物，这一困难通常被归为“难问题”（Hard Problem）。该术语是由哲学家大卫·查默斯提出的。凭借在这个问题上的严密论证，他在20世纪90年代就声名鹊起，他也由此得出结论：意识体验并不遵循支配宇宙的物理定律。这些定律同样与没有意识的或与具有不同意识形式的世界兼容。关于客观世界如何与主观世界相联，对此永远不会有一个还原论的、机械的解释。正如在“异乎寻常的难”（Impossibly Hard）中，以大写字母H开头的术语Hard Problem随后像病毒一样很快传播开来。在数十亿人的日常生活中，没人怀疑物理世界与现象世界紧密相关，但为什么应该如此却是个谜。

戴夫（Dave）给我上了关于哲学家的重要一课。我曾邀请他给一群神经生物学和工程学的听众讲授他的观点。过后，在喝酒的时候，当他坚持认为没有任何经验实证的事实、生物学上的发现和数学上的概念进步能弥合这两个世界之间的不可逾越的鸿沟时，我感到非常震惊。“难问

题”不接受任何这类进步的检验。我惊呆了。既不借助数学的也不借助物理-实证（physico-empirical）的框架，仅寥寥数语如何能构建具有如此确定性的东西？对我而言，他有强力的论证，但无疑缺乏证据。

从那时起，我遇到了许多哲学家，他们完全确信他们观念的真实性。这种对自己观念的笃信在自然科学家中是很少见的，当然不经过无数其他竞争观点的打磨，谁都不可能完全正确。由于我们不断地通过实验与繁复的大自然照面，大自然迫使我们修改我们最辉煌和最有美感的理论，我们已经学会了不要轻信任何一个观念，除非它是建立在合理怀疑的基础上。

然而，在某个无意识层面上，那些争论对我产生了影响。他们认为，在理解现象世界的探索中科学终于遇到了对手；他们认为，意识抵制理性的解释，对科学分析有免疫力，超出了经验实证的范围。意识是宗教的入口。宗教对心智现象有一个直观的、合理的解释：我们是有意识的，因为我们有一个非物质的灵魂，即真实的、内在的自我。灵魂是超越性实在（transcendental reality）的重要部分，超出了空间、时间和因果性的范畴。灵魂力求在时间尽头与上帝统一。这些是传统的回答，我成长在一个虔诚的天主教家庭，从小就接受这样的教导，这些教导迫使我相信它们。

宗教和科学是理解世界、世界的起源和意义的两种模式。从历史上看，它们彼此对立。自启蒙时代开始，宗教在西方就开始不断地溃退，一次又一次。其中一个挫败来自哥白尼革命（Copernican revolution），它将地球从宇宙的中心置于包含一千亿个星辰的银河系的末端。但最糟糕的打击则是来自达尔文的自然选择的演化理论。它消除了人类对地球的神授统治权，并取代了创世纪史诗般的故事——这是一个横跨许多劫数、充满喧哗和狂暴却没有任何实质内容的传说。演化

废除了人类高贵的地位；我们只是不计其数的物种中的其中一个。从我们基因的分子特征，我们能将人类的血统追溯到灵长类动物，并且顺着时间的长河可以一直追溯到绿藻类植物。

因此，许多宗教教义与现代世界观不相容。这种状况不应该令人惊讶，因为在伟大一神论宗教的神话和教义形成之时，人类对地球的大小、年龄、演化以及生活在它上面的生物体还知之甚少。

许多人认为科学从人类行为、希望和梦想中剥离了意义，并在那里留下了荒凉和空虚。分子生物学先驱雅克·莫诺（Jacques Monod）无奈地表达了这种苍凉的情感：

人类最终必定会从千年大梦中醒来，发现自己是完全孤独的，是根本孤立的。如同一个吉普赛人，他必须认识到他生活在一个疏离世界的边缘；这个世界对他的音乐充耳不闻，对他的希望漠不关心，如同对他的苦难和他的罪行一样。

在我的大学时代，这个警句，连同弗里德里希·尼采（Friedrich Nietzsche）和其他人写的同样冰冷的只言片语一起，装饰了我宿舍的墙面。最终，我奋起抵制这个有关存在和宇宙的冷漠表达。

为此我要做一个自白。完全是事后诸葛亮，现在我才认识到，驱使我研究意识的是一个我无法抗拒但又极其隐蔽的渴望，即为生活是有意义的这一本能信念进行辩护。我想，科学无法解释感受是如何进入世界的。基于我对意识的整个研究和在这些工作中遭遇的失败，我将向我的“自满”证明：对于完整理解心-身划分的本质这一任务，科学是不充分的，它无法解释在现象存在核心处的这个本质之谜，而莫诺的苍凉情感是一种误导。最后，这并不是最终的结局。所以我的牙疼让我踏上了探索意识之海的道路，而“难问题”就是我的北极星。

我与弗朗西斯·克里克一起开始研究心-身问题，克里克是一名物理化学家，他与詹姆斯·沃森（James Watson）一起在1953年发现了分子遗传的DNA双螺旋结构。这个非凡的事件是一个革命性科学发现的最好记录和最著名的例证，它宣告了分子生物学时代的来临。他们在1962年获得了诺贝尔奖。

正如霍勒斯·弗里兰·贾德森（Horace Freeland Judson）关于分子生物学的杰出历史所写的著作《创世纪的第八天》（The Eighth Day of Creation）中叙述的那样，弗朗西斯也因此使自己成为该领域首屈一指的人物。正因为他和他的理论观念，其他人在破译生命通用密码的充满生机又令人迷乱的竞赛中找到了指南。当完成遗传生物学目标后，弗朗西斯的兴趣从分子生物学转到神经生物学。1976年，在60岁时，弗朗西斯投入到这个新领域，同时从“旧世界”的剑桥搬到“新世界”的加利福尼亚。

在过去16年里，弗朗西斯和我一起写了两打科学论文和随笔。这些著作全部都集中于灵长类动物脑的解剖学和生理学以及它们与意识的联系。当我们在20世纪80年代后期开始这项心爱的工作时，撰写有关意识的文章被认为是一个人认知衰退的迹象。这是一项已经退休的诺贝尔奖获得者可以做的工作，正如神秘主义者和哲学家可以做的工作一样，但自然科学中的严肃学者是不会做的。对一位年轻教授而言，如果他对心-身问题的兴趣超出了一个业余爱好者的程度，就会被认为是不明智的，尤其是对那些尚未取得终身教职的人。意识是一个装点门面的主题：研究生总能很好地顺从他们长辈的习惯和态度，因此当有人提出这个主题时，他们会转转眼睛，狡黠地笑笑。

但那些态度改变了。与几个同事伯尼·巴尔斯（Bernie Baars）、内德·布洛克（Ned Block）、大卫·查默斯（David Chalmers）、让-皮埃尔·

尚热（Jean-Pierre Changeux）、斯坦尼斯拉斯·迪昂（Stanislas Dehaene）、杰拉德·埃德尔曼（Gerald Edelman）、史蒂芬·劳伦斯（Steven Laureys）、格兰特·里斯（Geraint Rees）、约翰·塞尔（John Searle）、沃夫·辛格（Wolf Singer）以及朱利奥·托诺尼（Giulio Tononi）等一起，我们创立了意识科学。尽管刚刚开始，但是新科学代表了真正的范式转变和共识，即意识是科学研究的合理主题。

关照意识科学分娩的助产士是脑成像技术的意外发展，该技术能对行动中的脑进行安全和常规的观察。这类技术具有使大众文化兴奋的作用（具有标示功能热点的核磁共振成像（MRI）最后会以图像的形式将结果显示出来）。它们能在杂志的封面上、T恤衫上和电影里被找到。

研究觉知的生物基础已经成为了主流的、合理的探索主题。

在过去的25年里，我指导了一群致力于该研究的人员：20多个学生、博士后研究员、加州理工学院（Caltech）的教工。我曾与物理学家、生物学家、心理学家、精神病医师、麻醉师、神经外科医生、工程师和哲学家们一起工作，并参加过无数的心理测试。我让我的脑接受强磁场脉冲和弱电流的冲击，将头塞进磁共振成像扫描仪看颅骨里是什么，在我睡觉时记录脑电波。

在本书中，我重点讲述了从现代研究前沿进入意识的神经生物学的故事。就像光预设了它的不在场（即黑暗）一样，因此意识预设了无意识。如西格蒙德·弗洛伊德、皮埃尔·珍妮特（Pierre Janet）和其他人在19世纪末认识到的，发生在我们头脑中的大多数事情是无法进入我们心智的，即它们不是有意识的。的确，当我们在内省时，我们经常欺骗自己，因为我们只能了解发生在我们头脑里一分钟以内的片段。这种欺骗就是为什么关于自我、意志和我们心智其他方面的那么多哲学思想两千

多年来毫无成果的原因。可是，正如我将描述的，无意识能深刻影响我们的行为。我也会详述自由意志（即启动一个行动的感受）问题，以及详述物理学、心理学和神经外科正在如何解开这个形而上学之结。毫不夸张地说，在这些领域的发现已经解决了自由意志问题中的一个关键方面。

最后，我描述了一个合理的、定量的意识理论，解释了为什么某些类型的组织精微的物质，特别是脑，是有意识的。由神经系统科学家、精神病学家朱利奥·托诺尼发展的整合信息理论（the theory of integrated information），从两个基本公理开始，解释了世界中的这个现象。这个理论不是单纯的思辨哲学，它还提出了神经生物学方面的具体见解，并设计了一种意识测量器，这种仪器能评估动物、婴儿、睡眠者、病人和其他不能谈论自己体验的人的觉知程度。该理论具有深远影响，与（在他之前的）皮埃尔·泰亚尔·德·夏尔丹（Pierre Teilhard de Chardin，中文名“德日进”，以下采用中文名）的预言的观点有几分相似。天文学和宇宙学的发现表明，物理定律有助于氢、氦之外的稳定的重元素的形成。这些定律的调谐程度是惊人的，它要求四种基本物理力的精确平衡。否则，我们的宇宙永远不会成为氢和氦组成的巨大燃烧物的舞台——恒星的生命周期很长，给围绕它们运行的岩石行星提供无尽的能量流。构成这些行星及其表面的土壤、岩石和空气的物质（硅、氧，等等）是在第一代恒星的核熔炉中产生的，并在这些恒星的爆炸性消亡过程中散布到周围空间。从严格意义上说，我们是星际灰尘。这个动态的宇宙受热力学第二定律的制约：任何封闭系统的熵永远不会减少；或者，换言之，宇宙正在向最大的无序和均一方向发展。但这并不排除会出现一些有序的、稳定的孤岛，它们以周围海洋的自由能为食。这个无情运行的定律证实了统计的确定性，在宇宙这类孤岛上，最终出现了复杂的长链分子。

一旦这决定性的一步出现了，下一步也就可能发生：起源——在这个疏离的天空下，在原始地球和其他地方的一个洞穴或池塘中生命的创生。有机体日益增长的复杂性（这可以从化石记录中找到证据）是生命为生存而进行无情竞争的结果，而这种竞争促进了演化。

它是伴随神经系统和感觉能力的最初迹象而出现的。用德日进的术语来说，脑的持续复杂化增强了意识直到自我意识的出现，即出现了对自己进行反思的觉知。这个递归过程始于数百万年前一些发展程度更高的哺乳动物。在智人（Homo sapiens）中，它暂时达到了顶峰。

但是复杂化进程不会随个体的自我觉知而停止。它是持续进行的，事实上是加速的。在这个充满精密技术和错综复杂交织化的当代社会中，复杂化呈现出一种超个体的、跨大陆的特征。伴随着由移动电话、电子邮件和社会网络提供的即时全球交流，我预测总有一天人类数以亿计的计算机将会通过一个庞大矩阵——一颗行星的Übermind——彼此联接在一起。倘若人类避免了因热核战争或环境的彻底崩溃而引发的世界末日，那么就没有理由否认，这个极度繁盛的意识之网将会波及众多行星并最终超越这个星球的末日而进入整个银河系。

现在你知道，为什么神经心理学家马塞尔·金斯波兰尼（Marcel Kinsbourne）称我为浪漫的还原论者：之所以是还原论者，是因为我在数以亿计微小的神经细胞（每个都有数以万计突触）的无休止的变化活动中寻找对意识的定量解释；之所以浪漫，是因为我坚持认为这个宇宙存在意义的云迹（contrails of meaning），它能够在我们头顶之上和内心深处的苍穹中被解读。意义贯穿于宇宙演化的始终，但未必出现在宇宙演化中的单个生物体的生命里。存在一首《天体音乐》（Music of

the Spheres），如果我们仔细倾听，我们能听到它的片段甚至或许是整部乐章的一点暗示。

本书的副标题包含对“自白”一词的承诺。在“自白”这种体裁的变迁中，从圣·奥古斯丁在罗马帝国晚期创造该词，到今日的谈话类和真人实景秀中，似乎总是存在一种自我表演的难闻气味（如果不是恶臭的话），即那种自私自利和虚情假意的味道。我意在避开那些腐浊的恶臭。我在写作时也将面对一个反对引入主观和个人因素的有力的职业法令。这个禁忌就是为什么科技论文往往以干瘪的第三人称来写：“现已证明……”（It has been shown that….）。它旨在暗示：研究是由无原始动机和欲望的血肉之躯的生物体完成的。

在接下来的章节里，我会告诉你迄今为止与这些问题相关的我的生活：为什么我被驱策——有意识地或以其他方式——去追求一些特定问题？而且，为什么我采取一个特定的科学立场？毕竟，正是我对所从事的研究内容的选择暴露了我们内心的驱力和动机。

在过去几年里，当我的生活曲线不可避免地开始下降时，我迷失了。我无法控制或者也不愿控制的激情使我陷入一场深刻的危机，它迫使我正视我的信仰和我内心的魔鬼。但丁在其《地狱》（Inferno）的开篇完美地写道：

我走过我们人生的一半旅程，
却又步入一片幽暗的森林，
这是因为我迷失了正确的路径。

但在我过多地涉入这类事务之前，让我告诉你一点我的早年生活，这些生活与我的科学以及我看待脑的方式有关。

[1] ATGC是构成DNA的四种脱氧核苷酸。——译者注

第2章

在这一章，我叙述了在我心里宗教与理性之间冲突的根源，为什么我长大想成为一个科学家，为什么我佩戴卡尔库鲁斯（Calculus）教授领针以及后来又如何结识了一位忘年交。

细想你们的来源吧：
你们生来不是为了像兽类一般活着，
而是为了追求美德和知识。
我这简短的讲话激起我伙伴出发的渴望，
即使我随后想阻止他们也为时已晚；
清晨时分，掉转船尾，
我们将桨当作翅膀，
做这飞一般的疯狂航行，
航向经常偏向左边。

——但丁·阿里盖里，《地狱》（1531年）

我在幸福中成长，沉迷于知识、结构和秩序。父母让我的两个兄弟和我在最自由的天主教传统中接受教育，在这个传统中，科学——包括自然选择的演化——大体上作为对物质世界的解释被接受下来。我曾是一名举行弥撒时协助神父的侍者，用拉丁文吟诵祝祷，倾听奥兰多·迪·拉索（Orlande de Lassus）、巴赫（Bach）、维瓦尔第（Vivaldi）、海顿（Haydn）、莫扎特（Mozart）、勃拉姆斯（Brahms）和布鲁克纳（Bruckner）的格列高利颂歌和弥撒、受难曲和安魂曲。在暑期，我们一家旅行观光了无数博物馆、城堡以及巴洛克式和洛可可式教堂。我父母和哥哥钦佩地凝望着描绘宗教意象的天花板、彩色玻璃窗、雕像和壁画，而我母亲则会大声诵读，这对我们大家了解每个对象的详细历史大有裨益。尽管我发现这种被迫去吃的艺术佳肴极其乏味，而且直到今天当我看到母亲书架上的三卷艺术指南时，我还忍不住发抖，但我仍然陶醉于悠久罗马祈祷文的神奇声调中，陶醉于作曲家的神圣和世俗的音乐

中。

慈母教会（Mother Church）是一个全球机构，它展现出广博的知识、丰富的文化和坚贞的道德，这个机构延续了两千多年，直至罗马和耶路撒冷都不曾中断。其教义问答手册为生活提供了一个确立已久的、令人安心的且我可以理解的解释。宗教带给我的舒适如此强烈，以至于我会把它传承下去。我妻子和我向孩子教导这种宗教信仰，给他们施洗，做餐前祷告，周日参加教会，带他们完成第一次领圣餐的仪式。

可是，多年以来，我开始愈加抵触教会学说，它教授给我的传统回答与科学世界观不相容。我的父母、耶稣会修士和修道院的老师教授我一整套说辞，但我在书籍、演讲和实验室中听到的却是另外一套说辞。这两者之间的紧张关系给我留下了一个实在是分裂的印象。弥撒之外，我没有过多地思考罪恶、献祭、救世主和来世的问题。我完全依据自然的方式来理解世界、生活于其中的人和我自己。这两个框架——一个神圣的，一个世俗的；一个为星期日，一个为一周中余下的日子——并不相交。通过将我的卑微生命置于上帝创世和其子基督为人类献身的宏大语境中，教会赋予人世以意义。科学则解释有关我自己身处其中的这个实际宇宙以及这个宇宙如何形成的事实。存在两种不同的解释——用亚里士多德的美妙比喻就是：一个解释月上的（supralunar）世界，一个解释月下的（sublunar）世界——不是一种严肃的理智立场。我必须解决这两种解释间的冲突。这个由此产生的冲突与我相伴多年。可是我始终知道，只存在一个单一的现实，而科学则越来越善于描述它。人类并非注定要在认识论的迷雾中永远徘徊，仅知道事物的表面却永远不了解它们的真实本质。我们能够理解事物；我们注视得越久，我们理解得就越好。

只是最近几年，我才设法解决这一冲突。我逐渐失去了对人格上帝

的信仰。我不再相信：某人监视着我，干预我在世界中的利益，并在末世使我的超越历史的灵魂复活。我失去了我童年的信仰，可是从未失去万物都应如其所是这个持久不变的信仰。我深切地感到宇宙具有我们能够了解的意义。

处于科学萌芽期的无忧无虑的童年

我父亲研究法律，加入了德国外交部，并成为一名外交官。我母亲是一名医生，在一所医院工作了几年。她为我父亲放弃了她的职业，将大量心血倾注在我们身上。

1956年我生于密苏里州堪萨斯城（Kansas City，Missouri），比我哥哥麦克晚一年。现在，你很难看出我是出生在美国中西部，因为我保留了相当浓的德国口音。两年后我们离开了，开始一种迁徙生活，在阿姆斯特丹住了四年，在那里我弟弟安德烈亚斯出生了。随后，我们一家住在波恩，波恩当时是西德（West Germany）的首府。我上完初级公立学校之后，又在耶稣会高级中学（Jesuit Gymnasium）学习了两年，接着我们又横越大西洋搬回渥太华。我在一所依天主教的宗教规则办学的学校里学习英语。但在这里待得也不是很久，三年后我们又迁到摩洛哥的首都拉巴特（Rabat）。我在这个北非国家的一所法语学校就读，这是一所彻底世俗化的法国公立的笛卡尔中学（Lycée Descartes）（这可以解释我为什么一直喜欢那个独特的哲学家）。尽管地点、学校和朋友不断变化，而且还要掌握三种语言，但我做得很出色，1977年我就大学毕业，获得了数学和科学学士学位。

我很幸运，小的时候我就知道自己长大后想要干什么。还是孩童的时候，我就梦想着成为博物学家和动物园园长，在塞伦盖蒂平原

（Serengeti）研究动物行为。青春期伊始，我的兴趣转向物理和数学。我看了关于太空旅行、量子力学和宇宙学的大量畅销书。我爱上了相对论旅行（relativistic travel）的悖论即越过时间视界（time horizon）进入一个黑洞、太空升降舱等。我有阅读乔治·伽莫夫（George Gamow）异想天开的《汤普金斯先生在仙境》（Mr.Tompkins in Wonderland）的美好记忆，书中描写了一个英雄探索超现实世界，在那里骑脚踏车就可以达到光速。在《汤普金斯先生探索原子》（Mr.Tompkins Explores the Atom）一书中，描述行动量子的尺度的普朗克常数是如此之大，以至于台球表现出量子行为。这些书籍塑造了我青少年时期的心智。每次我用每周的零花钱买到一本科学平装本后，都会急切地写上我的名字，珍爱无比，走到哪里带到哪里，一有时间就阅读。

我父母把德国科斯莫斯（Kosmos）品牌的实验设计装置送给迈克和我，这进一步激发了我的科学好奇心。我自己动手做了一系列实验，实验中这些精致的玩具让我懂得了许多物理、化学、电子或天文的知识。有一个装置利用电的基本定律，我把它装配成电磁继电器和感应电动机，并最终组装成一个调幅和调频的无线电接收器。我花了不知多少小时摆弄电子器件，今天的孩子很少会有这种摆弄硬件的体验。另一套装置让我懂得了无机化学的原理。我使用新掌握的窍门配置黑火药，还制造了一个火箭炮和本应用来引导火箭熔化的金属杆，因为推进器点燃得不够快，父亲阻止了我，结果我作为一名武器设计师的职业生涯就这么结束了。在这个过程中，正是父亲的及时阻止挽救了我的四肢和双眼。

父亲给我们买了一个5英寸[1]的反射式望远镜，这是一个绝妙的仪器。我清晰地记得，一天夜晚，在位于拉巴特（Rabat）我家的屋顶上，迈克和我计算出天王星在以瓦格纳（Wagner）的《幽冥船长》（The Flying Dutchman）为背景星系（strains）的星图中的位置。当

手指向天空中预测的方位角和仰角的空域时，闪烁的星球浮现在视野中。对此我非常得意，因为这是对宇宙秩序多么奇妙的确证啊！

我在北非逗留期间，对《丁丁历险记》着迷了很长时间，这个比利时男孩的正式职业是记者，但他也是一名真正的探险家、侦探和全能英雄；他的白色狐狸犬——白雪（原产法国的米露（Milou））；他的狂暴的朋友哈多克（Haddock）船长；和他的杰出但心不在焉和几乎耳聋的卡尔库鲁斯教授——一位疯狂的科学家、真正的天才。这些是我首次遇到的卡通人物，之前没有接触漫画是因为我父母不屑于看漫画，认为它们太幼稚或太愚蠢。我把24册全套丁丁书给了我的孩子，他们都很喜爱，这些书对他们没有任何明显的不良影响。丁丁海报甚至使我家走廊熠熠生辉。卡尔库鲁斯教授是超凡脱俗学者的典型，他理解使宇宙聚拢的秘密，可是在处理日常事务时他却笨手笨脚。他深刻地影响了我青年时代的心智，以至于从1987年4月我做教授就职演讲的那一天起，我一直用一个别针将他的形象别在我夹克衫的翻领上。

与我那些不大搬来搬去的朋友相比，我在不同的国家长大，上不同的学校和学不同的语言，这些经历使我可以看到任何一种文化的特异性（peculiarities）和独特性（distinctiveness）并领会蕴含其中的普遍特征。这是当我离开家时想成为一名物理学家的许多原因之一。

1974年，我考入德国西南部的图宾根（Tübingen）大学。图宾根是一个古朴、典雅，绕城堡而建的学术小镇，很像其著名的竞争者海德堡（Heidelberg）。在大学里我参加了一个击剑兄弟会联谊团体。如果你熟悉日耳曼的学术传统，想到被调换到一个浪漫的有着五百年校史的大学的童子军（Boy Scouts）中去，你就会明白我的意思。我也开始接触并沉溺于，有时是极度地沉溺于酒精、女人、舞蹈、弗里德里希·尼采（Friedrich Nietzsche）和理查德·瓦格纳（Richard Wagner）。我度过

了离家后的第一个圣诞节——我和一个朋友隐居在一个偏僻村庄，我们因为阅读《查拉图斯特拉如是说》（Thus Spoke Zarathustra）以及听、读《特里斯坦和伊索尔德》（Tristan and Isolde）和《尼伯龙根指环》（Der Ring des Nibelungen）中的歌词和音乐而狂喜。我年轻、不成熟甚至令人讨厌，我还需要历经混乱和强烈的人生悸动来开辟这个自我发现之旅。

1979年，我从图宾根大学毕业，获得物理学硕士学位。同时，我辅修了哲学，这把我引向了观念论（idealism）——一种一元论（monism）的形式，它教导我们，宇宙不过是心智的显现。

直到那时，我才渐渐认识到，我不具备成为一名世界级宇宙学家所需的数学技能。幸运的是，从那时起我开始沉迷于计算机。吸引我的东西是，计算机能在我的完全控制之下建构一个自足的虚拟世界。在计算机的简化环境里，所有事件遵循程序员设定的规则，即算法。任何偏差都可以追溯到错误的推理或不完全的假设。如果一个程序不能运行，你不能责备任何人，只能责备你自己。我开始用Algol和汇编语言为天体物理学家和核物理学家写程序，最初我把程序写在打孔卡片上递交给大学的中央计算机。

研究神经细胞的生物物理学

我也完全着迷于脑是一种加工信息的计算机的观念。这种痴迷源自一本鼓舞人心的书《论脑的质地：控制论思想的神经解剖学》（On the Texture of Brains：Neuroanatomy for the Cybernetically Minded），该书由意大利籍的德国裔解剖学家瓦伦蒂诺·布赖滕贝格（Valentino Braitenberg）撰写。瓦伦蒂诺极富传奇色彩，他是一个集伟大的科学

家、美学家、音乐家、美食家和受尊敬的人于一身的鲜活明证。

瓦伦蒂诺是图宾根研究生物控制论的马克斯·普朗克研究所的主任。通过他，我在该研究所找到一份为意大利物理学家托马索·波吉奥（Tomaso Poggio）写代码的工作。每个人都称他为汤米，他是世界上众多伟大的信息加工理论家之一。他发明了第一个从同一场景的两个不同视角提取立体高度的函数公式。在他的指导下，我完成了我的论文著作，即在计算机上模拟一个单一神经细胞上的兴奋突触与抑制突触如何交互作用。

让我先暂时岔开主题，解释一下贯穿本书的一些基本概念。像所有器官一样，神经系统是由数十亿的网状连接的细胞组成，其中最重要的是神经元。正如存在着与血细胞或心脏细胞完全不同的肾脏细胞，因此有不同种类的神经元，或许多达一千种。它们之间最重要的区别在于它们是否激发或抑制与它们连接的神经元。神经元是高度多样化且精微的处理器，它通过突触收集、加工和传播数据或与其他神经细胞连接。它们通过精细分叉的树突——它上面布满了数千个突触——接收、输入信息。每个突触短暂地增加或减少膜的导电系数。由此产生的脑电活动通过在树突和细胞体内的以膜为边界的精微装置被转译为全有或全无的脉冲，即虚构的动作电位（fabled action potentials）或称尖峰信号（spikes）。其中每个脉冲的振幅约为十分之一伏特，持续不到千分之一秒。这些脉冲沿着神经元的输出线（即轴突）传送，轴突通过突触与其他神经元连接。（一些专司其职神经元将输出信息发送到肌肉。）因此，这个循环是闭合的。神经元通过突触与其他神经元进行会话（talk）。这是意识的产生之处。

研究发现，构成神经系统成分的信号传递速度像蜗牛一般，但神经系统的威力不是来自于此，而是来自其大规模的并行通讯和计算的能

力，即某一特定的突触模式连接远距离的、巨大和高度异质的神经元联合体的能力。30年后我会证明，我们的思想正是出自这些模式。突触类似于晶体管，我们的神经系统可能有1000万亿个突触，连接着约860亿个神经元。

在汤米的指导下，我解决了一个微分方程，这个微分方程是关于神经细胞膜的内部和外部电荷是如何通过其树突的分支模式和突触的结构发生改变的。今天，这样的建模已成常规并受到尊重，但那时生物学家运用物理学描述脑事件却备受挫折。在第一次全国会议上，我以海报的形式将我的研究展示给其他科学家，但我却只能呆在会议厅的后面。只有两个参观者过来，其中一个还是在找洗手间，他礼貌性地停下来并与我交谈。那天晚上我喝醉了，十分困惑，反思自己是否选择了正确的领域。尽管遭遇这些挫折，但我还是于1982年毕业，获得生物物理学博士学位。

在申读博士学位期间，我与伊迪斯·赫布斯特（Edith Herbst）相恋并结婚。伊迪斯是名护士，在图宾根出生并在那里长大。尽管她怀着我们的儿子亚历山大，但还是在研究所的主机上（128千字节磁芯存储器！）为我录入论文。当我的论文导师——我们喜欢用德语说“我的博士爸爸”——成为麻省理工学院（MIT）的教授时，我们跟随他去了剑桥。25岁时，我开始在外国做博士后研究。

麻省理工学院是一个充满创造性的地方。我在心理学系和人工智能实验室呆了四年。在那里，我可以自由地追求科学，纯粹而简单。如此长的时间跟随同一个导师是不常见的，但这对我的职业生涯很有益。汤米和我现在仍经常联系，这是博士爸爸与儿子之间保持长久联系的证明。

加州理工学院、教学、研究和物理学家眼中的脑

1986年秋，我和家人又向西迁到加州理工学院（the California Institute of Technology）——这时女儿加布里尔出生，她的到来让家庭变得更大了——在这里我成为一名生物学和工程学的助理教授。加州理工学院位于洛杉矶的郊区帕萨迪纳（Pasadena），是美国最具竞争力的、科学和工程大学的中坚之一。它坐落在圣加布里埃尔（the San Gabriel Mountains）山脚下，校园内林荫道纵横交错，两侧有棕榈树、橙树和橡树。加入加州理工学院的教师队伍，我感到无比自豪。

加州理工学院是一个才智之士云集的私立大学（约有280名教授和2000名大学生和研究生），它致力于给这些精英教授逻辑、数学以及告诉他们如何解释和理解这个自然世界。加州理工学院及其师生体现了一个大学的伟大和高贵——学院已经存在八百年了。它是象牙塔这个术语最好的诠释，提供了足够的自由和资源来探索意识的本质和脑。

当知道我是一名教授时，所有人问的第一件事就是“你教什么？”在公众的眼里，一名教授完全是由他作为一名教师的传统角色来界定的。我享受这种“教授”的活动，并且教授各种课程。在这里，一种最高的智力挑战和情感回报就是指导那些才华横溢的、充满进取心的学生，他们会毫不犹豫地指出我们的错误或思想中的内在矛盾。在准备我的讲座或在课堂回答问题时，我时常会闪现出一些洞见，这些洞见会从一个意想不到的角度阐释一个老生常谈的问题。

可是我的“部落”成员主要还是从他们的研究中赢得自尊和价值感。我们在“部落”层级中的地位取决于我们的研究有多成功。研究驱使我们向前，它是我们快乐的最大源泉。衡量我们成功的尺度就是看我们在知名度高的、同行评审的和充满激烈竞争的科学期刊上发表文章的数量和

质量。

在这个纯净的世界里，我们的发现影响越大，我们的声望就越高。在这个领域的集体自我形象中，教学仅起很小的作用。教授花大量时间在研究上——思考、推理、理论化、计算和编程，与同事和合作者谈论观点，阅读大量的文献，为研究殚精竭虑，在研讨会和学术会议上演讲，为研究机构的顺畅运转而提交无数的申请资助的投标书。当然，还管理、指导学生和博士后研究人员进行设计、编造、测量、摇动、搅动，影像、扫描、记录、分析、编程、调试和计算。我是这个有20多个此类研究者群体的“酋长”。

除了描述选择性视觉注意和视觉意识——对此我在后面还会更多地谈到——我们继续研究神经元的生物物理学。脑是一个高度演化的器官，但它也是一个物质系统，遵循牢不可破的能量守恒和电荷守恒定律。高斯（Gauss）定律和欧姆（Ohm）定律调节神经细胞内外的电荷分配及其相关的电场。上述描绘的所有突触和尖峰信号过程都有助于插入脑灰质的电极提取的电位。如果成千上万的神经元和它们的数百万的突触是活跃的，它们的作用合起来就是局部场电位。在颅骨外通过脑电图仪对神经波峰和波谷的持续记录中，脑电活动遥远的回声是存在的。局部场电位反过来反馈给各个神经元。我们现在知道，该反馈迫使神经元将它们的活动同步化。

神经元的局部活动与全局场（此全局场由神经元共同生产且将神经元包围）之间的互惠交互作用完全不同于电子硅电路，电子硅电路的设计者设计线路，规划晶体管，恰当地排布电容，以防止它们彼此干扰，从而使它们的“寄生”串音（“parasitic”cross-talk）保持在最低限度。我对脑的电场、这个电场携带多少信息以及它在意识中的可能作用非常感兴趣。

对研究脑和心智的物理学家而言，引人注目的事情就是缺乏任何守恒定律：突触、动作电位（action potentials）、神经元、注意、记忆和意识在任何意义中都是不守恒的。相反，生物学和心理学所具有的最为丰富的东西是经验实证的观察事实。除了达尔文自然选择的演化理论外，这里没有统一的理论，而尽管演化理论是一个极其强大的解释框架，但它是开放式的，不是预言性的。相反，生命科学有许多启发式的、半确定的规则，它们在一个特定的有机体的尺度上理解和量化现象（诸如我在我的论文中从事的生物物理建模），但不探求普遍性。这使得该领域的研究不同于物理学。

再次面对意识的冲击

我刚到加利福尼亚时，就认识了弗朗西斯·克里克。初次遇到他是1980年夏天，当时他正躺在图宾根果园外的一颗苹果树下，并且在与汤米谈论——这是他最喜爱的活动——我们正在进行的树突和轴突的建模工作。

四年后，在另一个大陆，弗朗西斯邀请我和西蒙·厄尔曼（Shimon Ullman）——麻省理工学院人工智能实验室的计算机科学家——去索尔克研究所（Salk Institute），时间为五天。弗朗西斯想知道西蒙和我刚发表的有关选择性视觉注意模型的所有细节。为什么是这个特定的接线图（wiring scheme）？有多少神经元参与？它们的平均发放率（firing rate）是多少？它们形成多少突触？它们的时间常数（time constant）是什么？丘脑（thalamus）的什么部分进行了轴突投射？那能够解释敏捷的行为反应吗？我们的探讨从早餐一直持续到下午。在晚餐后的休息期间，我们谈话的主题更多地集中在脑。对弗朗西斯而言，没有任何无聊的闲谈时间。这种紧张的讨论节奏让我喘不过气来，我极为钦佩他的

妻子奥迪尔，因为她居然能够应对这种强度的交流几十年。

几年后，弗朗西斯开始与我合作，我们的交流方式有日常的电话、书信、电邮乃至长达几个月住在他位于拉荷亚（La Jolla）山坡的家中（他家距加州理工学院南两小时车程）与他面对面交流。我们工作的重点是意识。虽然几代哲学家和学者都在徒劳地试图解决心-脑问题，但是我们相信，来自神经科学的全新视角或许可以帮助解开这个戈亚迪之结（Gordian knot）。作为一个理论家，弗朗西斯的研究方法是安静地思考（他每日会阅读和消化大量的相关文献）和苏格拉底式的对话。他对细节、数字和事实充满无止境的渴求。他会不断地提出假设，并对它们做出解释，然后自己又否定其中的绝大多数假设。清晨，他通常用一些大胆的新假设来轰击我，这些新假设都是他在夜半三更无法入眠时想到的。我睡得相当沉稳，因此不会有这样的深刻洞见。

在我一生的教学、工作以及与这个星球上一些最聪明的人的辩论中，我遇到过才华横溢和取得很高成就的人，但很少见到真正的天才。弗朗西斯是我见过的一位心智最明澈深刻、智力最卓然的伟人。他与其他任何人一样接收相同的信息，阅读相同的文献，但却会提出全新的问题或推理。神经病学家、作家奥利弗·萨克斯（Oliver Sacks）——他是我俩的一个好朋友——回忆与弗朗西斯的相遇经历：“有点像坐在一个智力核反应堆旁……我从未有过如此炽热的感受”。据说，阿诺德·施瓦辛格在他作为宇宙先生的全盛时期，甚至在别人没有肌肉的地方他都有肌肉。当这句“妙语”转用于理性心智时，我想它也适用于弗朗西斯。

还有显著的一点是，弗朗西斯极为平易近人。他毫无名人姿态。像詹姆斯·沃森（James Watson）一样，我从未看到弗朗西斯是谦卑的，但我也从未看到他是傲慢的。他愿意跟任何人交谈，从人微言轻的本科学生到诺奖获得者，只要对话者能给他带来感兴趣的事实、观察、令他

吃惊的建议或他从未考虑过的一些问题。的确，对喋喋不休的废话或不理解自己推论为何是错误的人，他很快就失去耐心，但他是我知道的最开明的学者之一。

显而易见，弗朗西斯是一个还原论者。他强烈反对任何带有哪怕是轻微“宗教意味”或“思维混乱”的解释——这是他喜欢使用的一种表达。可是，无论是我的形而上学情操还是我们40岁的年龄差距都没能阻止我们建立一份深厚持久的师生情谊。他抓住机会不断地与精力充沛的、有特定领域知识的、热爱思考以及有时敢于激烈反对他的年轻人讨论观点。我非常幸运他喜欢我，接纳我，并最终让我成为他智力的传承者。

现在，让我来定义意识问题并描述弗朗西斯和我探求意识本性的进路。

[1] 1英寸 = 0.0254米。

第3章

在这一章，我将解释：意识为什么是对科学世界观的挑战，如何对意识进行扎实的经验实证的研究，动物为什么与人类一样有意识以及自我意识（self-consciousness），为什么并非如许多人所认为的那样重要。

演化如何使生物组织之水酿出意识之酒呢？

——科林·麦吉恩，《神秘的火焰》（1999年）

如果没有意识，一切将不复存在。唯有通过你自己的主观体验、思想和记忆，你才能体验你的身体、山和人、树和狗以及星辰和音乐的世界。你可以运动和行走，看和听，爱和恨，回忆过往和构想未来。但最终，你只能凭借意识的所有显现（manifestation）才能与这个世界照面。而当意识终止时，世界也终止了。

许多传统认为人类有心智或心灵（psyche）、身体以及超验的（transcendental）灵魂，其他人支持心-身二元性而拒绝这种三分法。古埃及和希伯来人认为心灵（psyche）的位置在心脏，而玛雅人却认为是在肝脏。现在，我们现代人知道有意识的心智是脑的产物。要理解意识，我们必须理解脑。

但是，存在一个明显的障碍。一个令人费解的事情是：脑如何将生物电活动转变为主观状态，反射来自水的光子如何神奇地转变为山中小湖波光粼粼的知觉印象。神经系统与意识之间关系的本质依然难以捉摸，并且依然是持久热议的主题。

17世纪法国的物理学家、数学家和哲学家勒内·笛卡尔

（RenéDescartes）在他的《谈正确引导理性和在科学中探求真理的方法》（Discourse on the Method of Rightly Conducting the Reason，and Seeking Truth in the Sciences）一文中探寻最终的确定性。笛卡尔的推理是：任何事物都可怀疑，包括外部世界是否存在或他是否拥有身体等；但是“他正在体验某事”——纵然他正在体验的事物的清晰特征源于妄想——这件事情却是确定的；笛卡尔得出结论：因为他是有意识的，所以他存在：Je pense，donc je suis（我思，故我在），后来被翻译为cogito，ergo sum或I think，therefore I am。这个命题清楚地说明了意识的重要性：这并不是一种当你在山顶蹦跌而坐，同时注视你的肚脐，轻哼着“唵”时才经历的罕见情形。除非你处于深睡或昏迷之中，否则你总是意识到某物。意识是你生活的核心事实。

这个有意识的进行体验的主体的单一观点被称为第一人称视角。尽管在其他如此多的领域里，科学方法曾经硕果累累，但是在解释组织精微的物质机体如何拥有某个内在视角这个问题上，科学方法畏缩不前。

考虑一下美国宇航局的宇宙背景探测器进行的测量。1994年，宇宙背景探测器因拍摄到一张椭圆形的蓝绿色的天空中有些黄色和红色污迹的照片而成为头条新闻。这些暖色表示宇宙背景辐射温度的细微变化，宇宙背景辐射是产生现有宇宙的大爆炸所留下的残迹。宇宙学家可以根据大爆炸的空间本身的回声来推测早期宇宙的形状。宇宙背景探测器收集的数据证实了他们的预测，也就是说，天文学可以对发生在137亿年前的事件做出可检测的论断！可是，诸如牙疼这类就在此时此刻发生的平常事，却让人困惑不解。

哺乳动物的单个受精卵内的分子程序如何使这个受精卵转变为构成一个完整个体的肝脏、肌肉、心脏和其他组织的数万亿细胞——对此生物学家至今不能做出详细说明。但无须怀疑，完成这项壮举的必不可少

的工具就在眼前。2010年，在科学家、企业家克雷格·温特（Craig Venter）领导下，分子工程师取得了一个创造新物种的里程碑式的成就。他们对一个细菌的基因组进行了测序（一段长度为100万个字母的DNA），对它添加识别水印，人工合成了构成该基因组的基因（利用构成DNA分子的四种化学物质），并将它们组装为一列，接着把这一列植入已剔除自身DNA的供体细菌的细胞体内。这个人工基因组成功地指挥了受体细胞制造蛋白质的装置，并且绰号为支原体真菌JCVI-syn1.0的新有机体开始一代接一代地复制。尽管创造一个新的细菌种类并不是制造一个有生命的假人（golem），但这绝对是一个让人惊异的举动，一个历史的转折点。以这种方式培育一个简单的多细胞植物和动物并不存在任何理论障碍，存在的只是巨大的实践障碍，但是这些实践障碍最终将被克服。古代炼金术师的梦想——在实验室中创造生命——触手可及。

2009年，我参加了在加利福尼亚州山景城谷歌公司总部举办的科学富（Science Foo，SciFoo）营。几百位电脑怪才（übergeeks）、技术专家、科学家、太空爱好者、记者和计算机网络行家在周末聚集一堂，进行即兴讨论和交流。许多人都谈到了人工智能的未来，一些人还认为，对真正人工智能的探索——比如6岁孩童水平的人工智能——已被抛弃。可是没有人怀疑，人工智能将挑战并最终超越人类智能的软件构思将会发生。尽管目前计算机科学家和程序员还需要花费数十年时间让人工智能取得人类的智能程度，但原则上，实现这一点没有任何困难。在科学富营中，没有人认为实现这一目标是不可想象的。正如大家在如何解决学习问题、人工智能对于社会是利还是弊等方面存在争议一样，大家在实现这一目标的最佳方法上还存在争议。但是没有人质疑人们可以实现这个目标。意识则完全不同，就理解意识的物理基础的可能性而言，我们没有达成任何共识。爱尔兰物理学家约翰·廷德尔（John Tyndall）（他曾解释过天为什么是蓝色的，他还指出水汽和二氧化碳是

地球大气层中最主要的两大吸热的温室气体）早在1868年，就清晰地表述过将意识与脑相关联所面临的困难：

人们很难想象：从脑的物理学到相应的意识事实的跨越是力学的结果。假定一个明确的想法与脑中一个确定的分子活动同时发生；我们并不拥有智力器官，显然也不拥有这种智力器官的任何雏形，使我们能够从一种现象推理出另一种现象。它们一起出现，但我们不知道为什么。即使我们的心智和感官得到极大地扩展、增强和启发，以至于使我们能够看到和感到真正的脑分子；即使我们能够跟踪所有分子的运动，所有分子的聚集（grouping）以及所有分子的放电，如果确实这样的话；即使我们非常熟悉思想和感受的相应状态，我们仍然无法解决这个问题，即“这些物理过程如何与意识事实联结在一起？”，从智力上看，这两种现象之间的鸿沟（chasm）是无法逾越的。例如，假设爱的意识是与脑分子右旋的螺旋运动相关，恨的意识与脑分子左旋的螺旋运动相关。那么我们应该知道，当我们爱时，分子运动在一个方向上，当我们恨时，分子运动在另一个方向上。但是这个“为什么”的问题仍然像以前一样没有得到解答。

这个问题也是查默斯所谓的“难问题”。

神经科学家用显微镜和磁扫描设备察看神经系统，绘制出神经系统物理布局的细节图，用五彩缤纷的颜色对神经元进行着色，并在猴子或人注视图片或玩视频游戏时，倾听他们脑中的神经元的“微弱嘀咕声”。最新近的技术方法——人们可能会因发明这项技术而获得诺贝尔奖——是光遗传学。这个方法针对已被重组病毒感染的动物脑深层的特定神经细胞群。这些病毒使神经元生长出一种仅仅对某特定波长的光做出反应的光感应器。这些神经元会被短暂的蓝光脉冲激活，而被同样短暂的黄光脉冲抑制。这好比是弹奏脑的光器官（the light organ of the

brain）！光遗传学的非凡之处在于它能够使研究者在紧密交织的脑网络内的任一点上进行谨慎调节，这样就可以进行从观察到操作，从相关性到因果关系的研究。具有独一无二基因条码的任何神经元群都能以无与伦比的精度被抑制或被激活。在倒数第2章，我还会再谈这项极具前途的技术。

所有这些探测和扰动神经系统的技术都来自第三人称视角。但是神经组织是如何获得一个内在的、第一人称的观点的呢？让我们向前再追溯150年直到戈特弗里德·莱布尼茨的单子论（Monadology）。莱布尼茨是德国的数学家、科学家和哲学家，他被誉为“最后一个百科全书式的人物”（他同为微积分的创始人，并发明了现代的二进制算术系统）。1714年，莱布尼茨写道：

此外，人们必须承认，知觉以及依附于它的东西无法借助机械原因（即图形和运动）来解释。假若我们制造这样一台机器，它能够思维、感受，具有知觉，我们可以想象一下，将这台机器按比例放大，大到我们能够进入它里面，就像进入磨房一样。以此为前提，当我们参观它时所发现的不过是相互推挤的机器部件，但绝不会发现任何用以解释知觉的东西。

许多学者认为脑的机械作用与它显现出的意识之间的鸿沟是不可逾越的。如果意识仍然无法解释，那么科学的解释领域显然比其从业者愿意相信和其宣传者大声宣扬的更加有限。无法以一个定量的、经验实证上可理解的框架来解释感觉能力是让科学汗颜的事情。

我不赞同这种失败主义的态度。尽管解构主义、“批判性”学者和社会学家大行其道，但科学仍是人类理解实在非常可靠的、渐进的和客观的方法。它远非自动防故障装置，被大量的错误结论、挫折、欺诈、从

业者间的权力斗争和其他人类弱点所困扰。但就理解、预测和操纵实在而言，它远比其他可选的方法好。因为科学擅长理解我们周遭的世界，它也将帮助我们去解释我们的内在世界。

学者不明白我们内在的、心智的世界究竟为什么会存在，更不用说它由什么组成。意识的这种持久的谜题让一些人厌烦，也使得我的许多同事认为意识是令人讨厌的问题。可是，意识抗拒还原论的理解让很多公众欣喜。他们诋毁理性和那些听从理性召唤的人，因为对意识的完整阐释威胁到[人们]所秉持的那些有关灵魂，人类例外论（exceptionalism），有机组织高于无机组织的长久且根深蒂固的信念。陀思妥耶夫斯基的“宗教大法官”（Grand Inquisitor）很好地理解了这种思想形式：“有三种力量，单独每一种力量都能永远地征服和拘禁为了他们幸福却无力抗争的良心——那些力量是奇迹、神秘和权威。”

感受质和自然世界

这里，我需要介绍感受质（qualia），一种心智哲学家所热衷的概念。感受质是可感受的特质（quale）的复数。拥有一种特定体验像是什么的感受就是那种体验的可感受的特质：红色的可感受特质在诸如看到火红的日落、中国红旗、动脉血、雕琢过的红宝石、荷马的暗红色海等完全不同的知觉印象中是共同的。所有这些主观状态的共同点都是“红”。感受质是原生的感受，即构成任何一种意识体验的元素。

有些感受质是基本的——黄色、突然袭来又令人无法忍受的背下部肌肉的疼痛或似曾相识的熟悉感受。其他的则是混合的——偎依着我的狗时所闻到的气味和感受，恍然大悟的“啊哈！”或当我第一次听到这不朽的台词“我已看到了尔等不相信的事实。激昂的战舰在猎户星座的肩头

出发。我凝望着黑暗中天国之门附近的万丈光芒。所有的那些瞬间将迷失在时间里，像雨中的泪水。死期将至”时被完全惊呆的清晰记忆。拥有一种体验意味着拥有感受质，而那种体验的感受质是指明该体验并使之区别于其他体验的东西。

我相信，感受质是自然世界的属性。它们并不存在一个神圣的或超自然的起源。相反，它们是我意欲揭示的未知规律的结果。

许多问题来自于这个信念：感受质是物质本身的一个基本特征，还是仅仅出现在组织精微的系统中？换言之，是基本粒子拥有感受质，还是只有脑拥有感受质？单细胞细菌会体验某些原始意识（proto-consciousness）的形式吗？一只蠕虫或苍蝇呢？存在感受质发生所必需的最少神经元数量吗？抑或神经元连接在一起才是最重要的？一台由硅晶体管和铜线组成的计算机能有意识吗？正如菲利普·狄克（Philip Dick）颇带讽刺地问道，机器人会梦见电子羊吗？我的苹果机会享受它天性的优雅吗？反之，我的会计师那厚厚的非苹果机会因为它矮胖的灰色外观和笨拙的软件而遭受痛苦吗？有着数亿节点的互联网有感觉能力吗？

我无须从零开始我的探求，因为我们有关于意识和感受质的大量事实。最重要的是，我们知道，感受质出现在一些高度网络化的生物构造中，包括细心观察者的中枢神经系统（例如，你自己的中枢神经系统）。所以，人脑必然成为任何探索意识的物理基础的起点。

但是，不是所有生物的、与环境适应的、复杂的系统都有资格拥有意识。你的免疫系统没有显示任何意识迹象，它日复一日默默地识别和消除各种各样的病原体。现在，你身体的防御系统可能正在对抗病毒感染，而你却丝毫没有意识到。免疫系统将会记住这个入侵者，如果同样

的病毒再次来袭，就会产生抗体，让你终生免疫。可是这个记忆不是有意识的记忆。

相同的情形还有你肠道内侧纵横交错排列的1亿个神经元——肠道神经系统，有时被称为第二大脑。那些神经元悄然做着在胃肠道内进行营养吸收和清理废物的工作，这些工作你宁愿不知道。偶尔，肠道系统功能会失常——在一个关键工作的面试之前，你感到自己在神经质地发抖或在大吃一顿后，你感到恶心。该信息经由（胃）迷走神经传递到大脑皮层，然后产生紧张或沉重的感觉。你肠道的第二脑不直接产生意识。

可能你的免疫系统和肠道神经系统确实有它们自己的意识。你的心智——位于颅骨中的“顶楼”——由于肠道神经系统与中枢神经系统间有限的传递，你并不知道肠道的任何感受。你的身体可能有几个自治的（autonomous）心智，但它们永远是隔离的，彼此像月亮的黑暗面一样遥远。目前，这种可能性不能完全不予考虑；然而，鉴于肠道神经系统有限的、刻板的行为，它似乎完全听命于脑，没有独立的体验能力。

理解感受质如何产生，这只是消除源自心-身问题的“难题”的第一步，接着是理解特定的可感受特质的独特的感受方式。红色为什么是以这种与蓝色截然不同的方式感受？色彩不是抽象的、任意的符号：它们表征有意义的事物。如果你问人们橙色是位于红色与黄色之间，还是蓝色与紫色之间？正常视力者会选择前者。因为正常视力者身上存在一个色彩感受质所对应的先天组织。事实上，色彩可以按环形方式排列，即形成一个色轮。这种排列不同于其他感觉，例如深度感或音调感，它们呈线性排列。为什么？作为一个群体，颜色的知觉印象具有某些共性，使它们不同于其他知觉印象，比如观看运动或嗅玫瑰。为什么？

我寻求一种基于物理原则回答此种问题的方法，这个方法的基础是：关注脑实际的布线图并从它的回路推断它能够体验的感觉。我关注的不仅仅是意识状态的存在，还包括它们详细的特征。或许你认为这个伟业超越了科学？不。诗人、词曲作者和安保人员哀叹无法知道他人的心智。尽管从外部看这可能是真的，但如果我可以进入某人的包含所有因素的整个脑，这就不是真的。用正确的数学框架，我应该能精确地说出他正在体验什么。无论喜欢与否，至少在原则上，真正的心智阅读或读心（mind reading）是可能的。我在第5章和第9章会更多地论述这一点。

意识的功能是什么？

另一个持久的迷是我们究竟为什么拥有体验？没有意识我们就不能生活、生育和抚养孩子吗？这种僵尸式的（zombie）存在与任何已知的自然法则并不矛盾。不过，从某一个主观的特定位置看，我们会觉得整个生命像是梦游，或像《活死人之夜》（Night of the Living Dead）中一个不死的食尸鬼般的存在。没有知识，没有自我，没有存在。

什么样的生存价值附属在我们心智体验的内部“屏幕”上？意识的功能是什么？感受质的功能是什么？

当认识到日常生活的潮起潮落确实发生在意识范围之外时，这个谜加深了。构成我们日常事务的大量感觉运动行为（诸如系鞋带，在计算机键盘上打字，驾车，往返跑动地打网球，在岩石小道上步行，跳华尔兹）确实是发生在意识范围之外的。这些行动以自动驾驶的方式运作，很少或没有有意识的内省。事实上，这些任务顺畅地执行，你无须专注任何一个部分。鉴于学习这些技能需要意识，因此训练的关键是你不再

需要去想它们；你信任你身体的智慧并让它来接管。正如耐克的广告宣传词，“别多想，只管做”。

弗朗西斯·克里克和我假定每个人内部存在一支头脑简单地僵尸行动者（zombie agents）军团。这些行动者致力于程式化的任务，这些任务无须有意识地监控就能自动操作和执行。你会在第6章读到它们。这种无意识的行为迫使我们审视意识的益处。难道脑仅仅是一群专业的僵尸行动者？它们工作轻松而快速，究竟为什么还需要意识呢？

因为生活有时会抛给你一个弧线球！这种意想不到的事情发生了，你需三思而后行。你上班的习惯路线已经交通堵塞，你需要考虑其他路线。弗朗西斯和我认为，在这类插曲中，有意识地做计划是重要的：在众多要处理的事中深思和决定未来的行动过程。你应该等交通拥挤自行疏解，左转到长长的交叉路口绕道，还是右转去市中心，面对有数不清交通信号灯的街道？这种深思熟虑要求对所有相关事项进行总结并提交给心智的决策平台。

这一论点并不意味着所有与计划相关的脑活动都进入意识。很可能，无意识过程也能做计划，但远远慢于有意识的过程或对未来看得并不清楚。与人工系统不同（想象你家的电路线），生物系统是一个相当冗余、交织的系统，它不会因为一个加工模块的崩溃而完全失灵。相反，弗朗西斯和我推测，意识能使我们比僵尸行动者做出更灵活和更长远的计划。

众所周知，功能问题非常难以回答：为什么我们有两只眼睛而不是像蜘蛛一样有八只？阑尾的功能是什么？除了笼统地说诸如眼睛是为了探测远方的猎物和捕食者外，如果要去严格证明在演化过程中某一特定的身体特征和行为为什么会出现，那么这将是一项极具挑战性的任务。

一些学者否认意识有任何因果的作用。他们承认意识的实在性，但认为主观感受不具有任何功能——它们是存在之海上的泡沫，对这个世界而言没有任何影响。这里有一个技术术语叫副现象（epiphenomenal）。心脏跳动时产生的声音是一种副现象：它有利于心脏病专家诊断病人，对于身体却没有直接影响。托马斯·赫胥黎（Thomas Huxley）——自然主义者和达尔文的公开捍卫者——也持这种观点，他于1884年写道：

野蛮人（brutes）的意识似乎与他们的身体机制有关，它仅仅是身体活动的附属产物，却完全没有改变身体活动方式的任何能力，正如伴随机车蒸汽机运行时发出的汽笛声对机器的运行部分没有任何影响一样。

我发现这一论点令人难以置信（可是目前还无法驳倒它）。意识中充满着各种有意义的知觉印象，以及一些有时强烈到无法忍受的记忆。在人的一生中，神经活动与意识之间始终存在牢固且一致的关联，如果这种伴随一生的关联的感受对该有机体的生存没有任何影响，那么演化为什么要青睐着这种关联呢？脑是选择过程的产物，这个过程经历了超过数亿次的反复；如果感受质没有任何功能，它们就不可能从这个残酷的审查过程中幸存下来。

当意识功能的玄想吸引了哲学家、心理学家和工程师的想象力时，对其物质基础的经验实证的探索正在以令人炫目的步伐前进。科学最擅长回答机制的“如何？”问题，而不是最终的“为什么？”问题。与脑的哪些部分对意识是重要这种研究相比，沉迷于意识功用的这种研究路径的研究效果乏善可陈。

对意识定义的困难

有一次我做了一场关于动物意识的演讲，演讲结束后，一位女士走过来，她断然地喊道：“你绝不可能让我相信猴子有意识！”而我反驳道：“你也绝不可能使我相信你有意识。”她被我的反应吓了一跳，但她随即表露出理解的目光：如果说人们无法感受到一只猴子、一只狗或一只鸟所感受的东西，那么这也适用于人，差别只是程度的问题。以秘密特工、善骗的情人或专业演员为例，他们能够伪装出信任、爱国、爱情或友谊的感受。你永远不要绝对信任任何人的感受！你能观察他们的眼睛，解析他们的话语，但最终你无法通过观察他们而真正了解他们的心。

要定义爵士乐究竟是由什么构成，这极其困难。因此，谚语说：“人啊，如果你要问，那么你永远不会知道。”这对意识同样适用。如果不援引其他感受、感受质或感觉能力的状态，就难以解释有意识的感受。这个困难反映在对意识的许多循环定义中。例如，《牛津英语词典》（Oxford English Dictionary）将意识定义为：“有意识的状态，是维持健康和清醒生活的正常条件。”考虑一个相关但简单的问题：对一个一生下来就双目失明的人解释什么是颜色。如果不提及其他红色物体，定义红色这一知觉印象是不可能的。一个物体的颜色不同于其形状、重量或气味。它的颜色只与其他颜色相似。

如果他们试图在取得彻底的理解之前就进行定义，那么这将是危险的：过早的严谨性会犯强求一致的毛病，而这将制约进步。若认为我似乎是在闪烁其词，那么尝试定义一下基因。它是遗传传递的一个稳定单位吗？它必须对一个单一的酶编码吗？结构基因和调节基因会如何？一个基因会对应核酸的一个连续片段吗？那么基因内区、捻接和转译后编录会如何？或者尝试一个更简单的例子，例如定义一颗行星。我长大后才知道有九颗行星。几年前，我的加州理工学院的同事麦克·布朗

（Michael Brown）带领一个团队，发现了厄里斯（Eris）星，太阳系远端的一个行星。厄里斯有自己的卫星，比冥王星更大。因为它也是一群所谓的穿越海王星的天体之一，所以天文学家开始挠头了。这意味着将会有无数的新行星吗？为了避免这种情况，他们重新定义了什么是行星，并将冥王星降级为矮行星或小行星。如果天文学家观察绕二元恒星系统轨道运行的行星或观察那些没有伴星照亮它们天空的漫步于太空的孤星，那么将不得不再次改变对行星的定义。

有个习惯性错误是：科学首先要严格定义其研究的现象，然后揭示支配该现象的原理。历史上，科学的进步并不是以精确的公理性公式的方式取得的。科学家采纳有扩展性、特定性的定义，以便能够获得更好的知识。这种工作定义引导了讨论和实验，并且允许让不同的研究共同体彼此互动，促使其进步。

本着这一精神，我在这里给出了四个不同的意识定义。就像佛教中的盲人摸象寓言，每个人描述了同一头大象的不同方面，每个概念都捕获了意识的一个重要侧面，但无人勾勒出一幅完整的图画。

常识定义将意识等同于我们内在的心智生活。当我们在清晨醒来，意识就开始了，持续整个白天直到我们进入无梦睡眠。我们做梦时意识是在场的，但是在深睡、麻醉和昏迷时，意识便被放逐了。而在死亡时，它永久地消失了。《传道书》（Ecclesiastes）说得对："活着的人知道他们会死，但死去的人不知道任何事。"

意识的行为定义将意识界定为一系列行动或行为，它确保任何能做出一个或多个行为的有机体是有意识的。急诊室的医务人员能使用格拉斯哥（Glasgow）昏迷评分量表快速地评估头部受损的严重程度。它会给患者标出一个数字，这表示他们控制眼睛、四肢和声音的能力。综合

评分3对应昏迷，而15表示患者完全有意识。中间值对应于部分损伤：比如说“在回答提问时，他是糊涂的、辨不清方向的，但能避开带来痛苦的刺激”。尽管在处理儿童或成人时，这种测度意识的方法是完全合理的，但是针对无法要求其做出行为的有机体时，诸如婴儿、狗、老鼠甚至苍蝇，这种行为标准的合理性就会受到挑战。

进一步的困难在于，将程式化的、自动的反射行为与需要意识的更复杂行为区分开（第6章我会回到这类僵尸行为）。在实践中，如果主体的行为举止以一种有目的、非常规的方式反复出现，而这种方式涉及信息的短暂滞留，那么她、他或它就被认为是有意识的。如果我对一个婴儿做伸舌头、鬼脸，而这婴儿随即模仿我，那么可以合理地认为婴儿至少对其周围事物有一些基本的觉知。同样，如果一个病人被要求向左，向右，接着向上和向下移动眼睛，她照做了，那么她是有意识的。不过，这些任务必须是受测物种的手、爪、肉垫、钳、蹼或口鼻适合完成的任务。

意识的神经定义要求指明了任何一个有意识的感觉所需的最小生理机能组织。例如，临床医生知道：如果脑干受损，那么意识会大幅降低并可能完全丧失，从而导致植物状态。任何有意识感觉的另一个必要条件是皮层丘脑复合体活跃并且功能正常。这个复合体最首要的部分是新皮层及其紧密联合的皮层下的丘脑。新皮层是脑皮层的最新部分，神经元的皱褶层构成了众所周知的灰质。新皮层占据了前脑的大部分，是哺乳动物的一个独特标志。丘脑是脑中部如鹌鹑蛋大小的结构体，调节所有输入到大脑皮层并接收从其返回的大量反馈。脑皮层的几乎每个区域都接收来自丘脑一个特定区域的输入信息，并将信息输出给它。与皮层－丘脑二元组——因此被称为“复合体”——集中在一起的其他结构是海马体、杏仁核、基底核和屏状核。意识科学的大多数进展都发生在神经

领域。我将在第4和第5章深入介绍更多细节。

如果这三个定义不能切中问题的要害，那么请教一个哲学家，他将给你第四个定义：“意识就是感受某物像是什么（consciousness is what it is like to feel something）。”拥有一个特定的体验感觉像是什么仅能被拥有该体验的有机体知晓。这种来自内在视角的感受像是什么（what-it-feels-like-from-within perspective）表达了现象觉知最重要的、不可还原的特征即体验某个事物、任何事物。

这些定义没有一个是根本的。它们中没有一个能毫不含糊地确定：如果任何一个系统有意识，那么它要满足的必要条件是什么。但是就实践目的而言，行为和神经的定义是最有用的。

论动物的意识

要有助于回答这些困难问题，并且不陷入转移注意力的争执和激烈的争论中，我不得不做出一些在此阶段还不能被充分证明为合理的假定。这些工作假设保不住要被修订甚至有可能今后还会被抛弃。

作为论述的起点，我假定意识的物理基础与神经元及其要素之间特定的交互作用密切相关。尽管意识与物理学的定律完全相容，但仅根据这些定律预测或理解意识却不可行。

我进一步假定，许多动物，尤其是哺乳动物，拥有某些意识的特征：它们看、听、闻以及用不同的方式体验世界。当然，每一个物种都有与其生态位（ecological niche）相匹配的独一无二的感觉中枢（sensorium），但他们都体验事物。否则，如此确信就是自以为是，而且公然违背了动物与人类之间在结构和行为上的连续性。生物学家通

过区分人类与非人类的动物来强调这个连续性。我们都是自然的孩子，使我对此确信不疑的有三个原因。

第一，许多哺乳动物的行为尽管不完全相同，但是相似的。以我的狗为例，当它尖叫、哀鸣、咬自己的爪子、一瘸一拐向我走来寻求帮助时，我推断它处于疼痛中，因为在相似情形下我也表现出相似的行为（只是没有咬）。生理学的疼痛测量证实了这个推断——狗，像人一样，也有升高的心率和血压并释放应激激素到血液中。动物不仅与我们一样有生理上的疼痛，也有心理上的痛苦。当动物被蓄意地虐待，或当一个年长的宠物与它幼崽或它的人类同伴分离时，痛苦就会出现。我并不是说狗的痛苦恰似人的痛苦，而是那只狗——与其他动物一样——不但对有害刺激做出反应，它也会有意识地体验疼痛。

第二，哺乳动物神经系统的结构是类似的：这需要专业的神经解剖学家对取自老鼠、猴子和人的豌豆大小的大脑皮层进行区分。我们的脑比较大，但别的生物——大象、海豚和鲸鱼——的脑要更大。老鼠、猴子与人无论是在基因组、突触、细胞还是在连接水平上都不存在质的差别。在物种内，受体和调节疼痛的通道是类似的。经过仔细调配，我将我服用的相同的止疼药喂给狗（按照它身体大小的剂量），它一瘸一拐地走了。因此，我猜想，狗痛起来并不好受，就像人痛起来一样。

尽管存在这么多相似性，但在硬件水平上还存在各种量的差别。这些量的差别加起来造就了这样一个事实：作为一个物种，智人能建造一个遍及全球的互联网，为核战争做计划并等待戈多（Godot），这是其他动物不能企及的壮举。但迄今为止，我们还没有发现脑存在质的差别。

第三，所有现存的哺乳动物彼此之间关系密切。大约6500万年前在

尤卡坦半岛（Yucatán）上小行星的激烈碰撞导致了恐龙的灭绝。恐龙灭绝后，有胎盘的哺乳动物演化为今天看到的各种各样的物种形式。距最近6500万年前，类人猿、黑猩猩和大猩猩同人类有着共同的祖先。智人是演化连续谱系中的一部分，它们作为具有完全感知能力的独一无二的有机体不是凭空而降的。

意识有可能是所有多细胞动物都共有的。鸦（ravens）、乌鸦（crows）、喜鹊、鹦鹉以及其他鸟类，金枪鱼、慈鲷以及其他鱼类，鱿鱼以及蜜蜂都能够完成复杂的行为。很可能它们也有觉知的某些迹象，它们也遭受疼痛和享受欢乐。物种之间甚至在同一物种的成员之间的差异是多么不同，这些意识状态又何其错综复杂。它们意识到的东西——它们觉知的内容——与它们的感官和它们的生态位密切相关。每个物种都有自己的对应。

意识状态的“剧目单”必然会以某种方式随着有机体神经系统复杂性的减小而减少。在生物实验室中最常见的两个物种是有302个神经细胞的蛔虫秀丽隐杆线虫（Caenorhabditis elegans）和有100000个神经细胞的果蝇（Drosophila melanogaster），对于它们是否拥有任何现象状态现在还很难确定。如果对意识所需的神经架构没有一种合理的理解，那么我们无法知道在动物王国是否存在一条能将有感知能力的生物与毫无感受的生物分离开的“卢比孔河”（Rubicon）。

论自我意识

当问人们认为什么是意识的明确特征时，大多数人会指向自我觉知。意识到你自己，担心你孩子的病情，想知道你为什么感到沮丧或她为什么激起你的嫉妒，这些都被看作感知能力的顶峰。

小孩子对他们行动的了解是非常有限的。如果婴儿不到18个月，那么他们甚至不会认为镜中的影像就是自己。行为心理学家使用这种镜像测试作为自我识别的黄金标准。测试者在婴儿的额头和脸上被悄悄标上一个斑点或一种颜色。在熟悉的镜子目前，婴儿会同镜中的影像玩耍，但不会试图擦掉或从脸上抹去那个标记，他们不会不像十多岁的孩子那样长时间地占着卫生间不出来，在镜子面前对着自己的外貌斤斤计较。除人类外，许多物种，诸如类人猿、海豚、大象和喜鹊，都能通过（做了适当修改的）镜像测试。猴子龇出牙齿或以其他方式同它们的倒影互动，但它们没认识到“那个影像对应于此处我的身体。”这并不是说它们没有自我感，但至少它们缺少对与镜中的外部影像进行比较自己身体的视觉表征。

动物王国中的绝大多数生物缺乏自我觉知，因此一些学者由此推断它们是无意识的。依照这个尺度，仅有人才真正有意识甚至连幼儿都没有。

在众多观察中，有一个观察表明这个结论是不合理的。当你真正进入这个世界时，你仅仅模糊地觉知到自己。当我在登山，攀爬悬崖和沙塔时，我对此感受最强烈。在高高的峭壁上，我感到生命处于最紧张的状态。在一些美好时刻，我体验到心理学家米哈里·希斯赞特米哈伊（Mihaly Csikszentmihalyi）所谓的“流”。这是一种有力的状态，身处其中的我强烈意识到我周围的事物，我手指下花岗岩的纹理，吹进我头发中的风，照在我后背的太阳光线，并且我始终与在我下面的最后一名同行者保持距离。这个流与流畅的身体运动并进，这时感觉与行动似乎水乳交融。我的全部注意力都集中在当前任务上：时间的流逝放慢，自我感消失。那个内心的声音，那个总是提醒我个人缺点的内在批评者缄默了。流是一个狂喜状态，与佛教徒进入深度禅定的心智形式有关。

作家、登山家乔恩·科莱考尔（Jon Krakauer）在《艾格尔峰之梦》（Eiger Dreams）中恰如其分地描述道：

渐渐地，你的注意力高度集中，以至于你不再注意发炎的关节、紧压的大腿、因持续保持专注而造成的紧绷感。一种类似恍惚的状态取代了你的努力，攀登成为一个头脑清醒的梦。日复一日的存在所累积的罪责和内心的喧嚷——所有这一切都暂时被遗忘了。在你纷乱繁杂的思绪中，有一个无法抗拒的清晰目的以及当前这个严肃的任务。

自我觉知的缺失不仅出现在登山过程，也出现在做爱、激烈的争论、疯狂的舞蹈或摩托车比赛的过程中。在这些情形中，你就处在此时此刻，你与世界相融，不再觉知到自己。

拉斐尔·马拉克（Rafael Malach）在以色列魏茨曼研究所付钱给志愿者，让他们躺在一个脑成像装置的狭小范围内观看《黄金三镖客》（The Good，The Bad and The Ugly）。尽管不是你们平常的观影体验，但观众还是发现了这部经典意大利式西部片的迷人之处。当分析他们的脑模式时，拉菲发现与内省、高水平认知、计划和评价相关的脑皮层区是相对抑制的，但涉及感官、情绪和记忆过程的区域则相当活跃。此外，通过脑扫描仪追踪，拉菲发现皮层血流量的升降在众多的志愿者中是相同的。这两种观察反映出这位天才的意大利导演塞尔吉奥·莱奥内精于掌控他的观众，让他们看、感受和回想他想让他们看、感受和回想的东西。这是我们喜欢看电影的一个原因——它们使我们从过于活跃的自我意识，从我们日常压迫人的担忧、焦虑、恐惧和怀疑中摆脱出来。在这几小时内，我们摆脱了颅骨大小的那个王国的专横。我们极为清楚地意识到故事中的事件，但只是微微地觉知到我们自己的内部状态。有时这是一件极好的事情。

正如发生的那样，大脑皮层前部广泛退化的人确实会有认知、执行、情绪和计划上的缺陷，而且对他们这种糟糕的状况浑然不知。可是他们的知觉能力通常还保存着。他们看、听和闻并觉知到他们的知觉印象。

自我意识是意识不可或缺的一部分。它是觉知的特殊形式，不关心外部世界，但指向内部状态，反思这些内部状态以及对反思进行反思。这种递归性使它成为特别强大的思维模式。

计算机科学家道格·霍夫施塔特（Doug Hofstadter）推测，在自我意识的中心是一个矛盾和自指的怪圈，类似于埃舍尔（Escher）那幅一双手互描的版画。如果是这样——我很怀疑，因为心智很难具有远超出“我正在思考我自己的思考”的自指活动或递归活动——那么这个怪圈附属于意识本身。确切地说，自我意识是对身体和疼痛意识的古老形式的一种演化适应。

人类的另一个非凡特性是语言。真正的语言能促使智人表征、操纵和传播任意性的符号和概念。语言给人类带来了大教堂、慢食运动（Slow Food movement）、广义相对论和《大师与玛格丽特》（The Master and Margarita）。这些事情超出了我们动物朋友的能力。语言在文明生活中的重要地位已经在哲学家、语言学家和其他学者中引发了一种信念：如果没有语言，那么意识就不可能存在，因此，只有人类才能感受和内省。

我反对这个观点。没有理由因为它们是缄默的就否定动物的意识，或因为早产儿的脑尚未完全发育就否定他们的意识，甚至没有理由否认严重失语症患者的意识，他们恢复后能清晰描述他们无法言说的体验。长年内省的习惯使许多知识分子贬低很多生命的无反思、无言语的特

征，并将语言提升到王者的地位。毕竟，语言是他们的主要工具。

那么，情绪如何呢？一个有机体对愤怒、恐惧、厌恶、惊讶、悲伤或兴奋的感受必须是有意识的吗？尽管毫无疑问，这种强烈感受对我们的生存是必要的，但却没有令人信服的证据表明它们对意识是必要的。无论你愤怒还是喜悦，你仍然会看到在你面前燃烧的蜡烛，并且当你把手指伸进火焰时你会感到疼痛。

一些人由于严重的抑郁或他们的大脑前额叶的损伤而情感贫乏；他们的行动能力受损，判断能力不健全。头部受伤的战场老兵能冷漠地回忆起发生在他马车下并夺去了他双腿的地雷爆炸。对他的状况，他似乎毫无兴趣甚至完全冷漠、超然，可是毋庸置疑，他正在体验某些事情，但愿是来自他受伤所产生的极度不舒适。情绪对和谐、成功的生活来说不可或缺，但对意识并不是必不可少的。

我们已经把一些相关问题清理完毕，现在准备进入解决心-身问题的真正战场。我刚刚提及的病人提醒我们关于脑的中心地位。神经科学教科书以令人头晕的细节描述了这个器官，但却遗漏了它作为器官所有者的感受像是什么。为了弥补这个明显的疏忽，我将把体验主体的内部观点与脑科学家的外部视角结合起来。

第4章

在这一章，你会听到科学家-魔法师让你看但却没有看见的传奇故事，他们如何通过窥视你的颅骨追踪意识的踪迹，你为何用眼睛没有看见以及为什么注意与意识并不相同。

“材料！材料！材料！”他不耐烦地喊道，“没有黏土，我做不出砖头！”

——《福尔摩斯冒险记：铜色山毛榉》中的阿瑟·柯南·道尔爵士（1892年）

人们乐意承认，当提到核物理或肾透析时，专业知识是必要的。但是当这个话题转到意识上时，每个人都可以插言，理由是即使缺乏相关事实他们都有权利说说他们自己喜爱的理论。没有什么比这更远离真理了。

我们已经积累了大量有关脑和心智的心理学、神经生物学和医学的知识。全世界超过50000名脑和认知科学家在这个领域辛勤工作，他们的工作每年为这个巨大的知识库增加数以千计的新研究。

但别担心，我不会武断地对其中甚至一点材料发表意见。相反，我将聚焦来自实验室的几个小插曲，这些插曲展示了探索意识根源的现代特征。

在脑中发现意识

在刚过去的千禧年的最后十年，因为厌倦了无休止的、好辩论的形

而上学论证，一些刚毅无畏的科学探险家开始在脑中寻找意识的踪迹，他们矢志不移地想弄明白意识真的存在吗？它独立于物理定律吗？心智状态的意向性是如何产生的呢？哲学家颇为随意地发明了很多“主义”，其中哪种最能描述心与身之间的关系？这个肯苦干的态度带来了一个观念上的伟大进步——意识开始被设想为特定脑机制的产物。

在20世纪90年代早期，弗朗西斯·克里克和我关注我们所谓的意识的神经（或神经元）相关物。我们把神经相关物定义为意识的最小神经机制，即它们联合在一起对任何特定的有意识的知觉印象都是充分的。（我们的定义并没有谈及在机器或软件中创造意识的可能性，这是一个我在此故意避开，但在后面会回过来谈论的问题。）

想象你正在看一个红色立方体，它被神秘地留在沙漠上，一只蝴蝶在上面振动翅膀。你的心智在一瞬间了解了这个立方体。之所以能实现这一壮举，是因为脑激活了表征颜色的特定神经元，并将它们与编码深度知觉印象的神经元以及编码组成立方体的各种线条方向的神经元组合在一起。产生有意识知觉印象的这种神经元的最小集合，就是感知这个疏异对象的意识的神经相关物。

强调“最小”非常重要。因为如果没有这种限定，那么脑的全部都被视为相关物：毕竟，每时每刻是脑在产生意识。但弗朗西斯和我在追求一个更大的目标：弄清楚产生或导致意识的特定的突触、神经元和回路是什么。作为一丝不苟的科学家，我们更谨慎地采用了意识的“相关物”（correlates）这一概念，而没有更明确地使用“原因”这个概念。

与其他区域相比，脑的某些部分与意识内容的关系更密切、更具特许性。脑不像一个全息图（hologram），在全息图中每一事物对图像的贡献都是均等的。总之，某些区域增加一点和受到损伤，并不会造成现

象体验的缺失，而其他区域则对意识至关重要。

当你有意识地看时，脊髓对“看”这个活动是必需的吗？偏瘫和四肢瘫痪者会丧失对受损脊髓以下身体的感受和控制，然而他们能清楚地觉知世界并像所有人一样过着丰富而有意义的生活。想一想“超人”的扮演者克里斯托弗·里夫（Christopher Reeve）。一次骑马事故导致他脖子以下瘫痪，随后他发起了一个医学基金会，而自己也成为干细胞研究和其他康复技术的极富说服力的代言人，希望像他那样的四肢瘫患者有朝一日能够重获运动能力。

大脑皮层下的小脑（即头后部的小脑）又如何呢？称之为“小”，有点讽刺意味，因为小脑有6.9亿个神经细胞，这个数量是备受青睐的著名的大脑皮层的神经细胞数量的四倍多。如果中风或肿瘤侵袭了你的小脑，你的平衡性和协调性就会受损。你会步态笨拙，站得很开，拖拽着双脚走路，眼睛飘忽不定地转动，讲话口齿不清。这种你曾认为理所当然的简单容易的运动现在变得笨拙，需要你的意志做出有意识的努力。弹钢琴或打网球比赛将成为遥远的记忆。可是你的知觉和记忆如果确实有改变的话，并没有改变太多。听觉、视觉、触觉和味觉仍不受影响。

比较脊髓或小脑损伤的结果与大脑皮层或海马体损伤的结果。例如，某个过程造成上述部位的一块外围组织受损。如果是大脑皮层或海马体受损，那么根据损害发生的位置，你可能会什么事情也想不起来，甚至是你孩子的名字；颜色会从你的世界中消失或者你有可能无法识别熟悉的面孔。从这类（在下一章会更充分描述的）临床观察中，科学家得出的结论是：大脑皮层及其附属部分（satellites）的离散区域中的生物电活动对意识体验的内容是必要的。

脑的哪些区域对意识是不可或缺的，这是一个广受争论的问题。南

加州大学（University of Southern California）的神经学家安东尼·达马西奥（Antonio Damasio）认为，大脑皮层背面的顶叶部分是必要的。有些学者指向“前脑岛”（anterior insula）、“上颞叶多感觉区”（superior temporal polysensory）皮层或脑的其他区域。时机成熟的时候，列出一张包括所有脑区在内的对意识既必要又充分的表是有必要的，但目前这个目标仍然很遥远。

将脑的一个特定区域确定为产生意识的关键部位，这仅仅是个开始。这就像说，谋杀嫌疑犯生活在东北某处。这还不够好。我想深入到那些对调节特定体验而言关键的脑区中的特定回路、细胞类型和突触。弗朗西斯和我提出，意识的任何神经相关物的一个关键成分是（位于大脑皮层后面的）高阶感觉区与（位于大脑皮层前面的）前额皮层的计划和决策区之间较长的互惠连接。后面我会再谈这个观点。

每一个现象的、主观的状态是由脑中一个特别的物理机制引起的。当你看见照片上或现实生活中的祖母时，存在与之相关的一个回路；当在山顶上听到风穿过松林的飒飒声音时，存在与之相关的另一个回路；当骑着自行车在城市穿梭时，存在一个与那种急速行进相关的第三个回路。

在这些不同感受质的神经相关物中，共性的东西是什么？它们都包含着相同的回路图式（motifs）？或它们包含位于X区的神经元？这三种感觉都由前额叶皮层中活跃的锥形神经元——它们将其输出线曲折地折返到相关感觉区——调节吗？调节现象内容的神经元是被一种有节奏的、高度协调的方式激活的吗？这是我和弗朗西斯持有的一些观点。

无论扰乱哪个意识体验的神经相关物，都会改变知觉印象。尽管脑，尤其是幼年期的脑，可以在数周内弥补有限的损伤，但损毁或以其

他方式抑制相关神经细胞都会使知觉印象消失。

人工诱导意识的神经相关物会触发相关的知觉印象。这在神经外科中是惯常的做法：外科医生将一个电极放置到脑表面并通过它传送电流。根据刺激的位置和强度，这类外部刺激能引发一个鲜活的回忆，一首几年前听到的歌，想运动一下肢体的感受或运动的感觉。

电影《黑客帝国》（The Matrix）“构建的边缘”（edge of the construct）探讨了这种可能的局限。借助电子器官的链接（electro-organic link）——其链接界面通过插座进入脑和脊髓的后部——通过刺激恰当的意识神经相关物，这个机器在尼奥的心智中创造出一个虚幻的和对身心有益的世界。只有从这个刺激器上拔掉插头，尼奥才能“清醒过来”面对他的真实处境：他在一个大笼子里过着单调的生活，由培育人类以便从其身体中获取能量的类昆虫机器人照看着。

每晚在脑这块隐秘的地方，你也会产生幻觉。睡梦中，你有生动的，有时是痛苦情绪的现象体验，即使你记不起大多数这类体验。你闭着眼睛，可是正在做梦的脑在建构它自己的实在。除了罕见的“清明梦”以外，你无法说出做梦意识与清醒意识之间的差别。当梦持续时，梦是真实的。你对生活还有什么好说的吗？

具有讽刺意味的是，当你认为你在梦中行动时，你睡着的身体却几近瘫痪：你的脑抑制了你身体的运动，以保护它免遭梦到的激烈行动的伤害。这种瘫痪意味着，行为对意识而言不是真正必需的。成人的脑，即使中断大部分输入和输出，也足以产生那些神奇的东西即体验。这个前辈哲学家的想法——缸中脑，在《黑客帝国》中可以看到这个观念在现代的复兴——是可信的。

通过追踪相关的神经回路来发现和描述意识的神经相关物是当代很

多研究，尤其是关于视觉研究的主题。

一览无余的隐藏物体

几年前，在纽约，我同一位老练的窃贼阿波罗·罗宾斯（Apollo Robbins）呆了几天。在拉斯维加斯，他是一个专业魔术师，擅长所有常见的舞台戏法和魔术。可是，当他在咖啡馆里坐在我旁边表演时，他才是最引人注目的。这是因为咖啡馆里没有雾气、聚光灯、穿着比基尼的助手和音乐，所有这些东西在戏法和魔术中都是为了让观众分心的障眼法。他凭空拉出硬币，向我抛来突然消失的纸球，然后偷了我的手表——这一切就发生在我观察他的每一个动作之时。而我自称是视知觉的专家。阿波罗给人留下深刻印象的行为是，他从我儿子那里拿了一张卡片并贴到自己的前额上。卡片在众目睽睽之下被展示，可是我儿子却还在纳闷它去了哪里，因为他的注意力牢牢地集中在魔术师的手上。

在与阿波罗及像他一样的其他人相处中，我学到的东西是：盗贼和魔术师是操纵他们观众的注意力的高手。如果阿波罗能将你的注视或注意力引导到他的左手，那么你将对他右手的动作视而不见，即使你正注视着它。

你注意的空间焦点被称为注意的聚光灯。任何被这一内在灯光所照到的对象或事件会被优先处理，并被更快地识别且差错更少。当然，有光线的地方，就有阴影——通常没有被注意到的对象或事件就几乎不会被感知。

让我们从热闹的曼哈顿咖啡馆转移到大型的磁共振成像（MRI）扫描仪的形似棺材的幽闭空间，大型的磁共振成像扫描仪有几吨重，内部空间狭小，声音嘈杂。你躺在狭窄的圆筒内，尽量保持不动甚至不能眨

眼，因为任何运动都会使信号受到影响。你通过一面镜子注视计算机显示屏上显示的扑克牌的红心王牌，与此同时机器检测着你脑的血流量。神经科学家不擅长耍花招，因此，他们通过把一个经过精确计时的第二幅图像投射到你的眼睛，来操控你所看到的东西。如果进展顺利，这种误导作用会同魔术师的误导效果一样——你不会看到红心王牌。第二个图像掩蔽了第一个，致使你看不见纸牌。你看，但没有看到，这与约吉·贝拉（Yogi Berra）的名言“见多识广”相反。

我当时的研究生土谷尚嗣（Naotsugu Tsuchiya）完善了这项技术，他称其为“连续闪动抑制”。其工作方式是，在向你的一只眼睛投射扑克牌图像的同时，连续向你的另一只眼睛闪烁大量色彩鲜艳的重叠矩形，诸如荷兰画家皮特·蒙德里安（Piet Mondrian）的画作。如果你眨了这只眼睛，红心王牌是可见的，但如果你保持双眼睁开，纸牌就会连续几分钟被隐藏起来，因为它会被展示出来使你分心的不断变化的彩色矩形所遮蔽。

这类强有力的掩蔽技术是视觉研究蓬勃发展的一个原因。使用该技术，比较容易使人们看但却看不到，也比较容易操纵人们的感知——这比欺骗其他感觉更容易。嗅觉和你是谁的感觉更强健，更不易被操作。我无法使你混淆玫瑰的香味与蓝纹斯第尔顿奶酪的香味，或使你相信在此刻你是英格兰女王，下一刻是麦当娜。

最好的实验是除了感兴趣的变量以外所有其他因素都保持固定不变。这样，对于整个系统的行为而言，差异才能被分离出来。神经科学家使用磁扫描仪对当你看到红心王牌时的脑活动与当你正在看却因为被掩蔽而没有看到红心王牌时的脑活动进行比较。通过考虑差异，他们能将看到纸牌的主观体验的独一无二的活动分离出来，从而通过跟踪意识的足迹去追踪它的隐身之处。

红心王牌的图像刺激你眼睛的神经细胞，即视网膜神经节细胞。它们的轴突组成视神经，这些视神经将视觉信息传送到脑本身。这些细胞通过一阵突发的动作电位对红心王牌做出反应，即第2章所描述的短暂的、全或无脉冲。眼睛的输出不依赖于眼球的所有者是否有意识。只要眼睑是张开的，视神经就会忠实地发放外部存在的信号，并将其传递给大脑皮层的下游结构。这个活动最终会触发处于活跃状态的皮层中神经元的稳定联合体，它表达了一个关于红心王牌的有意识的知觉印象。这是如何发生的是第8章要讨论的主题。

然而，遇到来自另一只眼睛（这只眼睛受到持续变化的颜色矩形的刺激）的视神经中持续的更有力的峰值波的竞争，因此无法形成任何联合体。这些峰值触发它们自己的神经联合体，结果你看到的是闪烁的彩色表面，与此同时红心王牌仍然是不可见的。

要理解接下来的实验，我简要解释核磁共振成像的基本原理（由于其负面内涵，词语“核”已被去掉了）。磁共振（MRI）扫描仪产生强大的磁场，约为地球磁场的100000倍。某些元素（包括氢）的核像小型磁铁棒一样运动。当你进入扫描仪的强磁场，你身体内的氢核与这个磁场对齐。你身体重量的一半多是水，水由两个氢原子和一个氧原子组成。磁共振成像扫描仪将一个短暂电波脉冲发送进你的颅骨，将原子核分出队列。当原子核松弛恢复到它们原初状态时，它们会发出衰减的电波信号，这些信号可以被识别并被加工成一个数字影像。这样一个图像揭示出软组织的结构。例如，它能区别和标定出脑的灰质与白质之间的界线。磁共振成像比X射线更敏感。在定位和诊断组织损伤（从肿瘤到创伤）时，磁共振成像技术给病人带来的风险是微不足道的。这项技术正在给医学带来彻底的变革。

功能磁共振成像（fMRI）依赖血液供给的偶然属性来揭示脑区的活

动，而磁共振成像能使人们看清楚组织的内部结构。因为活跃的突触和神经元消耗能量，因此需要更多的氧——它由循环的红细胞中的血红蛋白分子来传递。当这些分子给周围组织释放出氧气，它们不仅改变颜色——从动脉的红色到静脉的蓝色——而且也有轻微的磁场变化。神经组织的活动导致了新鲜血液的数量和流量增加。血液供给的变化，称之为血液动力学信号，可以通过发送电波到颅骨内并仔细侦听它们的回波进行跟踪。记住，功能磁共振成像不直接测量突触和神经元的活动——该活动的发生以毫秒计。相反，它使用一个相对迟缓的代理——血液供应的变化——它的升降以秒计。功能磁共振成像的空间分辨率被限定在一个豌豆大小的体积单元内（三维像素），包括约100万个神经细胞。

所以，脑是如何对心智没有看到的事物做出反应的？

值得注意的是，未看见的图像能在皮层留下痕迹。许多无意识加工能被初级视觉皮层（V1）获取。来自眼睛的信息最终会聚在初级视觉皮层。它位于头部背面凸起的上方，是第一个评估图像信息的新皮层区域。大脑皮层的其他部分也对受抑制的图像产生反应——尤其是高阶视觉区的串联部分（V2，V3，等等），它们从初级视觉皮层和杏仁核延伸出来，杏仁核是一个杏仁大小的结构，处理诸如恐惧或生气面孔的情绪刺激。

一般说来，从视网膜剔除脑的视觉区越多，意识所受的影响就能越强烈地被感受到。当预期、偏见和记忆在高阶脑区发挥更大作用时，外部世界的影响就会相应地减弱。在皮层“梯形”的上部，主观心智体现最强烈。那是它的栖息地。

这意味着，不是所有的皮层活动对意识感觉都是充分的。如果上级神经元不反射这个活动的话，那么即使初级视觉皮层中的100万个神经

元在起劲地发放，其汹涌的峰值活动可能也不会引起一次体验。这些还不够。或许这个活动必须超过某个阈值？或许皮层背面的一组特定神经元必须与额叶神经元建立互惠对话。或许这些神经细胞必须共同兴奋，以花样游泳般的一致方式发放动作电位。我怀疑，只有满足这三个条件，信息才能被有意识地感知。这样的结论引起了一场激烈讨论，即视觉加工层级中早期的神经元在何种程度上对产生有意识的知觉印象负责。

明尼苏达大学的Sheng He和他的团队做了一个值得注意的实验。在实验中，实验者让志愿者一只眼睛看着一个裸男或裸女的图片，同时不断地向其另一只眼睛闪烁彩色矩形，致使他看不见裸体。尽管如此，细致的检验表明，不曾被看见的裸女图片吸引了男异性恋者的注意，而裸男的图片却令他们厌恶。可是这是隐蔽出现的，没有被意识的雷达捕捉到志愿者没有看到裸体但仍然投以注意。相反，女异性恋者以及男同性恋者的注意则被不曾看见的裸男图片所吸引。在功能上，这是有意义的，因为你的大脑需要了解潜在伴侣。这个实验结果也肯定了欲望本质上是无意识的这个普遍的、老生常谈的看法。

并非所有的神经元都参与意识

1995年，弗朗西斯和我在国际期刊《自然》发表了题为《我们觉知到初级视皮层的神经活动吗？》（Are we aware of neural activity in primary visual cortex？）（将论文发表在《自然》上，就像在纽约或巴黎一流的画廊展示你的作品，这是一件大事。）我们否定了我们提出的设问（rhetorical question），即认为视觉的知觉印象的神经相关物不会在初级视觉皮层那里被发现。我们假说的基础是猕猴的神经解剖学。

猴子与人同属灵长目。我们最近的共同祖先生活在24000000～28000000年前。猴子的视觉系统与我们的类似；它们能很好地适应被囚禁的生活；对它们的训练也比较容易并且它们不是濒临绝种的生物。因此，猕猴是那些对高阶知觉和认知感兴趣的科学家选中的物种。由于明显的伦理原因，人脑不适于进行侵入式探测。结果，我们对猴脑回路的了解要远胜于对人脑的了解。

锥体神经元是大脑皮层的“吃苦耐劳的部分”。每五个皮层神经元里约有四个是椎体神经元，并且它们是唯一将信息从一个区域传递到皮层内外其他分区（诸如丘脑、基底神经节或脊髓）的神经元。初级视觉皮层内的锥体细胞将信息发送到其他区域，如V2区和V3区，但它们中没有一个能自始至终到达脑的前部。正是这里（即前额叶皮层），尤其是它的背外侧区是高阶智能（问题解决、推理和决策）的所在地。这个区域的损伤对个体的感觉模态（sensory modalities）和记忆无碍，但它做出合理决策的能力会受到影响：它将做出并执拗于极不恰当的行为。

在上一章，我提到弗朗西斯和我的预感：意识的功能是做计划。失去部分或全部前额皮层的患者将难以进行短期或长期的规划。我们认为这意味着，意识的神经相关物必须包括前额皮层内的神经元。由于初级视皮层内的神经元不会把它们的轴突向前传送那么远，因此我们的结论是：位于初级视皮层的神经元并不是支撑视觉意识的神经元的不可或缺的一部分。

我们的建议是反直觉的，因为在多数情况下，初级视皮层内神经元的生物电活动的确对个人所看到的东西做出反应。就现在而言，正如你在读这些词语：组成这些字母的笔画激活视网膜神经元，它们将内容传递到初级视皮层。从那里，信息被转发到皮层的视觉词形区（visual word form area）。你看到这些字母的能力似乎反驳了我们的假设——

初级视皮层内神经元的活动与有意识知觉相关。这同样适用于视网膜的神经元——它们的活动能反映你所看到的。

尽管有时视网膜和初级视皮层内细胞的反应的确与视觉意识具有某些相同属性，但在其他条件下，它们的反应有很大差异。我给你举三个你用眼睛为什么无法看到的例子，这些是画家已经知晓了几个世纪的事情。

首先，考虑在你浏览这几行文字时你眼睛的不停运动。你每秒做几次快速眼动，这被称之为扫视。尽管你的图像传感器差不多是在连续地运动，但这几行文字的页面看起来是稳定的。这应该让你吃惊。当你向右扫视时，世界应该移向左，但它没有！

试想如果你以同样的节奏对着这本书移动摄像机会发生什么，观看以这种格式制作的影片会令你恶心。为避免这点，电视摄像机在场景上往往是缓慢摇动镜头；它们的运动方式完全不同于你被图像的突出特征吸引时你眼球快速移动的方式。如果视网膜神经元是传递静止世界的知觉印象的细胞，它们就必须对外部世界的运动发出特定信号，但却不会对细胞本身所居其中的眼球的运动做出反应。然而，视网膜神经细胞，像那些初级视皮层内的细胞一样，无法区分物体的运动与眼球的运动，它们对两者都做出反应。与智能手机不同，它们没有附属于它们的加速计或GPS传感器来区分外部的图像运动与内部的眼球运动。正是视觉皮层的更高层的神经元产生了有关世界是静止的知觉。

其次，考虑一下你视网膜中位于盲点上的“洞”：这是视神经离开视网膜的地方；轴突组成的神经纤维取代了感光细胞，所以在盲点上捕捉不到射入的任何光子。即使你意识到视网膜细胞的信息内容，在那里你也辨认不出任何东西，正如你看不到你极左边和极右边视觉场的边界一

样。如果你手机上的相机存在一些已经不起作用的坏像素，那么你一定会非常恼火，因为照片中的黑点会让你发疯。但你完全没有感知到眼里的“洞”，因为皮层细胞主动地填补了来自边缘的信息，弥补了信息缺失。

作为第三个证据，你可以回想一下，你梦中的世界是生动、鲜活和充分渲染过的。因为你在黑暗中睡觉，闭着眼睛，你眼睛里的神经细胞没有发送关于外部世界的任何信号。正是皮层-丘脑的复合体提供了梦的现象内容。

视网膜神经元状态与有意识看到的事物之间存在很多分离的状况，而上述三个证据仅仅揭示了其中三种状况。涌向你视神经的无数动作电位所携带的数据在成为意识的神经相关物之前已被深度地加工和整合。有时完全无需视网膜信息，诸如当你闭上双眼幻想你形影不离的儿时伙伴小熊维尼时，或当你梦到它时。

针对这个命题，类似的反对者认为：初级视觉皮层细胞直接作用于视觉知觉。例如，用微弱电极记录猕猴脑的动作电位。当猕猴被麻醉后，实验者用一个小钻在它的颅骨上打一个孔，然后将微电极缓缓插入其灰质，并将它与放大器连接。神经组织本身没有疼痛感受器，所以一旦电极放在恰当的位置，它们不会引起不适。（想想大约50万的患者，有时为了减轻他们的各种疾病，诸如帕金森氏症的颤动，医生会把电极植入他们的脑中。）电极提取神经细胞发出的微弱电脉冲，这些信号可以通过扬声器播放。你能清晰地听到神经系统嘶嘶声背景下峰值断断续续的声音。这类录音证实，初级视皮层的神经元对猴子眼睛的运动和图像的运动均做出了反应。当猴子的眼球移动时，这些神经元一致地依次报数。可是正如我刚才讨论的，当你移动你的眼球时，你的世界看上去是稳定的。

初级视皮层内的血液动力学的活动往往反映一个人所看到的东西，但有时血液动力学的活动也会异乎寻常的不连贯。伦敦大学学院的约翰-迪伦·海恩斯（John-Dylan Haynes）和杰兰特·里斯（Geraint Rees）在志愿者的眼前短暂地闪烁左倾或右倾条纹。此时这些条纹是掩蔽的，以至于观察者并不能说出它们的朝向。他们看到的全是由两个斜线组成的格子。可是对初级视皮层的血液动力学反应的分析表明：这个区域在左边缘与右边缘之间做了区分。换言之，初级视皮层，不是高级的视觉区，诸如V2区，看到了不可见条纹的方向，可是该信息无法发送给脑的所有者，这与我们的假设一致。

初级视觉皮层是其他三打左右大脑皮层区域的门户，这些区域以某种方式专门负责视觉加工。虽然它具有战略位置，但具有讽刺意味的是，初级视觉皮层并不是所有视觉知觉形式所必需的。对志愿者做梦时的脑影像研究（鉴于扫描仪内紧凑的空间和嘈杂的声响，这是一个不易的举动）表明初级视皮层的活动在睡眠的快速眼动（REM）阶段被削减了，大多数梦出现在这个时候，而在非快速眼动睡眠时期则很少有梦发生。此外，初级视皮层受到损伤的病人做梦时，并不伴有任何视觉内容的缺失。

其他初级感官皮层，即最初接收联合感官数据流的皮层，也不会调节意识。嘈杂的噪声或痛苦的电击无法在被宣判为植物人的大范围脑损伤患者的身上引起任何有意义的反应。（我将在下一章详细地讨论这些患者）。对他们的脑皮层进行扫描时，只有他们的初级听觉和体感的皮层区对这些强刺激显示出有意义的活动。所有这一切告诉我们的是：输入节点内的孤立活动对意识是不充分的，还需要更多条件。

新皮层的高级区的神经元与意识紧密相关

掩蔽和连续的闪烁抑制不是视觉心理学家在意识的探测范围之外用来向脑传送有效负荷的唯一隐身技术。另一个是双眼竞争。在双眼竞争中，向你的左眼显示一张小图片，例如一张脸，而向你的右眼显示另一张照片，例如日本的老帝国国旗（它的光线从一个中心盘向外放射）。你可能认为，你会看到脸叠加在国旗之上。不过，如果能恰当地实现这个错觉，那么你知觉到的内容将是交替出现的脸和国旗。你的脑不会让你在同一时间同一地点看到两个事物。

首先，你会清晰生动地看到一张脸，其中不会出现太阳旗的图案；几秒钟后，一面旗帜出现在你视域的某处，它代替了原先在那个位置上的脸型图案。从最初的一小点，国旗图案扩散开来直到脸完全消失而仅留下国旗。接着眼睛开始闪烁。几秒钟后，旗-脸混合的影像自我分解成一个整体的脸。然后，旗的知觉印象又完整地出现了，周而复始。这两个图像在意识中不停地进出着。闭上一只眼睛，你就可以终止这个运动，你将立刻解决所有的模棱两可的问题，从而感知到呈现给睁着的那只眼的图像。

神经生理学家尼克斯·罗格斯提斯（Nikos Logothetis）和他在马克斯普朗克研究所的同事一起在图宾根训练猴子并报告双眼竞争中猴子的知觉印象。人类志愿者因他们的劳动获得经济回报，以现金为佳；口渴的猴子则以能喝到几口苹果汁为奖励。猴子学习好几个月，每当它们看到脸型图案就拉一个杠杆，而当它们看到太阳旗的图案就拉第二个杠杆，当它们看到其他的东西，比如两个图案拼凑的图像，就释放两个杠杆。占优势时间的分布状况（即每次会看到太阳旗图案或脸型图案多长时间）和改变图像对比影响了猴子报告的方式，无疑会在猴子和人身上带来品质相似的体验。

罗格斯提斯在猴子脑皮层中向下放置细一些的金属线，同时让这个

受训的动物进行双眼竞争测试。在初级视皮层及其附近区域内，他发现只有少量神经元微弱地调节它们的反应以与猴子的知觉印象一致。大多数神经元的发放与动物看到的图像无关。当这个猴子发出了一个知觉印象的信号时，初级视皮层内的大量神经元对其没有看到的抑制图像做出强烈反应。这个结果完全符合弗朗西斯和我的假设，即初级视皮层是意识不可通达的区域。

高层级视觉区，即下颞叶皮层的情况则完全不同。该区域内的细胞仅对猴子看到（和报告）的图像做出反应，它们中没有一个神经细胞会对不可见的图像做出反应。只有在这个动物表明它看到的是脸型图案时，这种神经元才可能激发动作电位。当猴子拉另一个杠杆，表明它现在看到的是国旗时，细胞的激发活动会大幅减少，有时为零，即使在几秒钟前激发细胞的脸型图像仍显现在视网膜上。细胞活动的消长时期与动物的知觉报告之间的同步协调表明神经元与意识内容之间存在一种强有力的联系。

正如我早先提到的，弗朗西斯和我关于意识神经相关物的主要猜测是：在大脑皮层的高层级感觉区（在视觉情形中，即下颞叶皮层）的神经元与它们在前额皮层内的靶标之间建立了一个直接回路。如果前额叶神经元同它们的轴突向回延伸至下颞叶皮层，那么反射反馈回路（reverberatory feedback loop）就能建立并维持自身存在。而峰值活动就会扩散到产生工作记忆、计划以及（在人类中）语言之基础的区域。作为整体神经元的联合体调节对脸及其某些伴随属性（诸如凝视、表情、性别、年龄，等等）的觉知。如果存在一个表征国旗的竞争回路，它就会抑制表征脸部回路的活动，同时意识内容就会从脸部图案转换为太阳旗中的显著的太阳图案。

最近，临床医生记录了两类严重脑损伤患者的脑电图，一类仍然是

无意识的，另一类至少恢复了某种程度的觉知。这些临床医生发现关键的差异在于是否存在前额叶区与后部的颞叶、感觉大脑皮层区之间的交流。如果存在此类反馈，意识就会被保留。如果不存在，意识也不存在。这是一个相当可喜的发展。

提这些还为时尚早，因为我们还无法精确地找到哪个脑区是意识的基础。但是这攻击错了目标，我们必须抵制以天真的颅相学的方式解释脑扫描中热点（hot spots）的那种令人催眠的吸引力：在这里计算脸部知觉，在那里计算疼痛，而就在不远处计算意识。意识并不源自脑区，而是来自脑区内和跨脑区的高度网络化的神经元。

脑的一个非凡特征表现为令人震惊的神经元的异质性，这一点只是在过去20年才日渐明显起来的。每平方毫米皮层（约字母“O”在该页所占的面积）大约容纳的100000个神经元是高度异质的。它们可以根据位置、树突的形状和形态、突触的结构、基因的构成、电生理特征将轴突发送到的地点进行区分。关键的一点是理解这些极其多样的作用者——或许有多达1000种的神经细胞种类，它们是中枢神经系统的基本构件——如何使感受质发生的。

结果是这些生理学实验正在稳步缩小心智与脑之间的鸿沟。研究者提出假设，检验它们以及驳斥或修正它们，这是千年来枯燥辩论后的一个巨大收益。

注意到某物，可却没看到它

选择性注意与意识之间的关系是什么？我们似乎意识到我们所关注的任何事物。当你竭力去听营地交谈声之外遥远的土狼嚎叫声时，你确实通过关注这个声音而有意识地觉知到它们的嗥叫。由于注意与意识之

间的亲密关系，许多学者将这两个过程混为一谈。确实，在20世纪90年代早期，当我从议事厅走出来发表关于心-身问题的公开演讲时，我的一些同事坚称，我用更中性的“注意”概念替换了煽动性的“意识”概念，因为这两个概念无法区分，而且可能指的就是同一个东西。

在直觉上，我认为两者不同。注意是选择出输入数据的一部分，并对它们做进一步的审查和审视，注意做出的选择是以忽略未受注意的部分为代价的。注意是对信息超负荷的回应，实则是因为脑无法处理所有的输入信息。从眼睛延伸出去的视神经每秒携带几兆字节，用今天无线网络的标准来衡量则是微乎其微的。那些信息不仅必须被发送至大脑皮层，而且被大脑皮层加工。脑处理海量数据的方式是选择一小部分做进一步加工，这些选择机制与意识不同。因此，注意具有一个不同于意识使命的清晰功能。

20年后，我确信在注意与意识之间做出区分是正确的。正如我刚才所讨论的，连续的闪烁抑制每次会掩蔽图像几分钟。在这个不可见的掩蔽之下，机敏的实验者有充足的余地操纵观众的注意力，这就是Sheng He所做的。他证明那些不可见的裸男图片吸引女性的注意，而不可见的裸女图片吸引男性的注意。毕竟，注意就是对图像进行选择性加工，许多其他实验也证实了这点。例如，掩蔽期间的初级视皮层的脑功能成像研究表明，对不可见物体的注意增强了脑对它们的反应。相反，操纵可见的物体对V1区血液动力反应却没有一致的效果。显然，脑能注意到它看不到的事物。

相反的方面（即丧失注意的意识）也可能出现吗？当你关注一个特定的位置或物体时，专心地审视它，世界的其余部分并没有缩减成像，以至于注意焦点之外的一切事物都消隐了，相反你总会觉知到你周围世界的某些方面。你觉知到你正在阅读一份报纸或驾车行驶在前面是高架

桥的高速公路上。

要点涉及对一个场景紧凑的、高层次的概括，如高速公路上的塞车，体育场上的人山人海，持枪的人，等等。要点知觉并不需要注意加工：当一个大照片短暂而出乎意料地闪现在一个屏幕上，同时要求你关注你焦点中心的某些微小细节时，你仍然能领会到这张照片的主要风景。一瞥仅须持续1/20秒，在这么短的时间内，注意选择发挥不了多大作用。

我儿子是一个十来岁的少年，他在玩快节奏的“赶尽杀绝”电视游戏时还能与我交谈。他的头脑显然没有完全被我们的谈话所占据，片刻间，他能给他最想做并且对他来说更重要的事情留出足够的注意力资源。

德国马格德堡大学（University of Magdeburg）的心理物理学家，约亨·博朗（Jochen Braun）完善了这类双加工任务的实验室版本，即测量人能看到多少注意的聚光灯之外的事物。博朗的想法是在志愿者的注视中心给他们一个困难的任务（诸如数出有多少个X出现在字母流中）并在计算机屏幕的其他地方给他一个次级困难的任务来锁定注意。实验的目的在于考察，当要求该任务与需要注意初级任务同时完成时，完成任务的表现会差到什么程度。

博朗发现，随着注意力集中于视觉中心，观察者能够从他们的眼角区分出其中有动物的图片（如有狮子的大草原，有鸟群的树荫，成群的鱼）与没有动物的图片。可是他们无法将分为红绿两半的磁盘从其镜像（一个绿红磁盘）中辨别出来（这个实验的方式控制视觉边缘下降的敏感度）。被试可以判断出现在他们的中心视觉之外的脸的性别或这张脸是否有名，但却被看似更简单的任务（如区分旋转的字母“L”与旋转的字

母“T”）所挫败。博朗的实验表明，至少一些视觉行为能在缺少或（采用一个更谨慎的立场）几乎没有选择性注意的情况下完成。

在最后的分析中，心理学方法因其局限而无法完全解决这个问题。如果不细致地介入作为它们神经基础的脑回路，那么注意与意识将很难区分开来。目前这种研究正在老鼠或猴子等试验动物身上进行。最终的检验将有条件地关闭，然后重启，注意得以发挥作用的脑的控制线，并观察动物有哪种视觉行为。我会在第9章再次讨论这些实验。

任何科学概念（诸如能量、原子、基因、癌症、记忆）的历史是一个不断分化和精微化的历史，直到它能以一种定量的和机制的方式在一个更低的、更基本的层面上被解释。我刚讨论过的双向分离：无意识的注意与无注意的意识，终结了这二者（意识和注意）是相同的认识，它们是不相同的。许多现存的实验文献必须根据注意与意识之间的区分加以重新审视，这并不容易。生物学要协同攻克的核心问题是辨别意识的必要脑基础，而我做出的这个区分为此扫清了道路。

第5章

在这一章，你将从神经病学家和神经外科医生那里了解到：有些神经元非常关心名人，将大脑皮层分成两部分并未相应地使意识减半，一小块皮层区的缺失会使颜色从世界中消失，而脑干或丘脑组织中一个方糖大小的损毁会让你成为“活死人”（undead）[1]

换言之，心智有许多不同的能力，脑有许多脑回（convolutions），并且至今为止科学告诉我们的事实使我们接受——就像我在其他地方所说的——心智的大区域对应脑的大区域。正是在这个意义上，这个定位原则对我而言——如果不严格论证的话——至少也是极有可能的。但是要确切地知道是否每个特定的能力都在特定的脑回中有它自己的位置，在当今科学发展现状下对我来说这似乎是一个几乎无法解决的问题。

——保罗·布罗卡，《解剖学协会通讯》（1861年）

从历史上看，临床病例中存在着洞察脑和心智的最丰富资源。自然的异常行为和人们因汽车、子弹、刀具带来的异常行为会造成脑的损毁，当这些损毁局限在一定范围内时，它们能阐明脑的结构与功能之间的联系，并且会显示出脑在健康状态时很难见到的特性。让我给你讲述四堂重要的课，这些课是患者和他们的主治医生、神经学家和神经外科医生教给我们的有关意识的神经基础的课。

我经常会收到一些邮件，在邮件中发件者往往承诺要继续保持联系，邮件中还包括他们写的密密麻麻的潦草手稿、自行出版的书籍、大量网络页面的链接以及他们发表的冗长的、自我产生的看法，这些看法往往涉及对生命和意识的最终回答。我对大量的这类邮件的态度是：除

非它们尊重这些来之不易的神经学和科学的知识，否则注定是我办公室积满灰尘的角落中不断堆积的X-文件。

调节意识特定内容的一些灰质小块

许多学者认为，意识是脑的一个整体的、格式塔式的属性。他们的理由是意识如此超脱自然以至于它不是由神经系统的任何特定特征引起的。相反，意识只能被归因于整个脑。从第8章提到的技术的意义上看，以下观点是正确的：现象意识是一个整合系统（该系统的各个部分之间存在广泛的因果交互作用）的属性。可是意识也有令人惊讶的局部方面。

一次中风、一次车祸、一次病毒感染、神经外科医生的手术刀导致的轻微的创伤，都可能损伤脑物质，这些通常都会留下永久的后遗症。神经外科医生最感兴趣的是，什么时候损伤是有限并局限在一定范围内的。当一块特定的神经组织丧失后，世界会变成灰色色调，熟悉面孔会变成陌生面孔，这类事实表明：至少在某种程度上，这个区域必然是产生颜色感觉和面部特征的原因。

以加利福尼亚大学伯克利分校（University of California at Berkeley）的杰克·加伦特（Jack Gallant）研究的患者A.R为例。A.R，52岁，大脑动脉梗塞导致短暂的失明。两年后的MRI扫描确实在他的初级视觉皮层外的高级视觉中心右侧发现了豌豆大小的损伤。当加伦特和他的同事在实验室里测试A.R.时，他们发现他失去了颜色视觉。尽管损伤没有发生在整个地方，只是位于他视野左上方的1/4处，但这正是他们基于MRI扫描所期待发现它的地方。值得注意的是，这个人基本上无法觉知到世界中泛灰色的部分。

A.R.的低水平视觉以及运动和深度知觉是正常的。其他方面的唯一缺陷是他失去了区分形式的部分能力，他无法阅读文本，但这一次损伤还是只局限于他视野左上方的1/4处。

完全失去颜色知觉的状况被称作色盲。这完全不同于非常折磨人的日常的遗传性色盲。由于这种色盲患者的眼睛中缺失一种颜色色素基因，因此这些二色视者（dichromats）无法像拥有三种视网膜光合色素的视力正常的人（三色视者）那样具有丰富的调色板。相比之下，色盲者是由视觉皮层的视觉中心受到损伤导致的。色盲的结果是所有色调都从世界中消失了，再也没有夕阳西下时染成紫罗兰色和紫色的瑰丽晚霞。相反，世界成了明暗相间的样子，就像一台彩电复归于黑白。显著的一点是，颜色词与颜色的关联（如“红色”和“消防车”）仍然保留着。

还有许多离奇的失调症。患有脸盲症的人对人脸识别有障碍，医生称之为面孔失认症（prosopagnosia）。他们无法识别名人或熟人的面孔。他们能认识到他们正在注视的是一张脸，但是就是无法认出它。所有人的脸看上去都差不多，就像河床上的一堆鹅卵石一样难以辨认。即使脸和石头都有很多明确的特征，你要在这堆光滑的石头中间做出区分是很困难的，但你却能轻松识别上百张脸。原因在于你脑中有大量回路是专门负责加工脸的，但几乎没有回路负责加工石头的外观（除非你是一名石头收藏者或地理学家）。因为脑皮层高级区中调节脸的特性的神经元受到了损伤或者一开始就不曾存在（不少人有先天的脸盲症），所以这些人在机场的人群中无法认出他们的配偶。无论何时当我们看到自己的爱人时都能轻易并立刻地认出她们，而他们恰恰缺乏这种识别体验。

脸盲症会导致社交孤立和羞怯，因为患者难以识别正在与他们交谈的人，更不要说称呼这些人的名字了。他们采用的应对策略是，专注于

某个奇特的标记，一个胎记、大鼻子、一件颜色鲜亮的T恤或一种声音。化妆和改变发型会妨碍识别，正如一群穿制服的人也会妨碍识别。

患有严重脸盲症的患者甚至无法将一张脸视为脸。他们的视觉器官没有任何问题，他们能感知组成脸的不同元素——眼、鼻子、耳朵和嘴，但是他们不能将它们综合成完整的脸的知觉印象。《错把妻子当帽子》（The Man Who Mistook His Wife for a Hat）是一本由神经病学家奥利弗·萨克斯（Oliver Sacks）所写的出色的案例研究集。这本书的名字就源自这个人的病例，当他把一个老爷钟的钟面错认为一张人脸时，他试图与这个老爷钟握手。

有趣的是，这些人可能仍然对熟悉的脸有自动的反应。与注视他们不认识的人的照片相比，当注视著名的政治家、电影明星、同事或家庭成员时，他们的皮肤电反应会增强，基本上，他们会出一点汗。可是，他们始终坚持认为他们并不认识那些人。因此，无意识用自己的方式来加工因情绪产生变化的脸。

面孔失认症的另一面是卡普格拉妄想症（capgras delusion）。患该病的患者坚持认为，他的妻子被外星人——一个看、说话和行为都与他妻子一样，但不知怎么总有些不同的骗子——代替了。这种失调症相当罕见，而且这类患者也不引人注目。这种病人在面孔识别方面没有任何问题，但对熟悉性的自动反应消失了。因为患者缺乏在我们遇到亲密的人、熟悉的人时所应当具有的那种激动情绪，所以他会感到有什么地方很不对劲。

运动盲（akinetopsia）的病例很罕见，但它造成的后果却是毁灭性的。当这种失调症患者身处一个完全由闪光灯照亮的环境（就像迪斯科舞厅或夜总会）时，尽管每次闪光都能清晰地照亮正在跳舞的人，但是

他们看来那些人完全是僵硬的，没有任何运动。当你在镜子中看自己以这种方式运动时，你会觉得挺有意思，但我敢保证这种兴奋很快就会消失。运动盲患者是通过及时对比它们的相对位置推断物体一直在运动，但是他看不见它们在运动。他可以看到一辆汽车改变位置，但是看不见它在驶向自己。但患者视力的其他方面，包括颜色、形式和识别闪烁光的能力，是完整的。

通过对这些具有病灶损伤者的仔细观察，伦敦大学学院的塞米尔·泽奇（Semir Zeki）为负责某个特定意识属性的脑区杜撰了“本质节点”这个术语。一个视觉皮层区包含一个颜色知觉的本质节点；有几个这样的脑区涉及面孔知觉和视觉运动感。扁桃体的一些部分对恐惧体验是必不可少的。尽管其他意识属性仍会保留，但是对任何节点的损伤都会导致相关知觉属性的丧失。

对临床数据的解释并不像我描述得那么直接，因为脑，特别是年轻人的脑，有很强的复原能力。即使丧失一个本质节点，信息也可能会通过不同路线重新传递和重新表达，而且这个人也可能会慢慢地重新获得已经失去的功能。

我们最终获得的启示是：几小块大脑皮层主管特定的意识内容。皮层的这一小部分赋予现象体验以面孔的生动性，那一小部分提供新奇性的感受，那边的一小部分调节声音的音调。皮层的位置与功能之间的联系是神经系统的一个特点。可以将脑与另一个关键器官——肝进行比较。像脑一样，肝有三磅重并有左右两个肝叶。但与神经组织相比，肝组织分化得更少，同质性更高。肝的功能损伤与伤害的程度成正比，但很少与损伤的位置有关。

概念神经元编码了霍默·辛普森（Homer Simpson）和詹

妮弗·安妮丝顿（Jennifer Aniston）

我清晰地记得自己第一次从攀援的山崖摔落下来时的情景。最近我开始从纯粹的绝望中爬出来——我儿子离家去上大学，而我女儿将在这学期末离开家。留给我的是漫长可怕的空巢期！为了消耗掉我过剩的能量和热情总要做些事情，于是我开始跑步上山和攀岩。

在加利福尼亚沙漠的约书亚树村（Joshua Tree）我领导了一次裂缝攀登。我清楚地记得在向右弯曲的、几乎垂直的、嵌有晶体的橙褐色花岗岩墙体上的那个确切地点。花岗岩可以撕裂登山者的手，可是它也是登山者最好的朋友，因为它的不均匀纹理提供了额外的摩擦。当我的左脚嵌入裂缝，我的右脚拖在外面，我用右手将一个叫作凸轮的保护装置猛推进裂缝中时，我够到比我头要高很多的地方。凸轮非常平稳地进去了，但我害怕它在负重时同样会很快弹出来。于是我重新调整凸轮，把它塞进更深的裂缝。就在那时我左脚一滑，向地面跌了10~12英尺，背部直接抵到一块尖利的岩石上，难得的好运让我避免了这个潜在的灾难。我的后背皮肤被烧伤了，我好几天都是一瘸一拐，但是这些轻伤反倒增加了我攀岩的热情。这些事件在我的记忆中留下了不可磨灭的印象。

意识的内容怎么会充满如此独特的和令人回味的细节呢？我的颅骨里没有关于我攀登的照片，只有一个棕灰色的，其平滑度、大小和形状类似煮得过久的花椰菜一样的器官。通过血液和脑脊液缓冲，这个豆腐一样的组织由神经和神经胶质细胞组成。神经元及其相互连接的突触是知觉、记忆、思想、行动的基础。如果科学要理解这些过程，那么它必然能够用神经元巨大联合体之间的交互作用来解释它们，而这些神经元联合体嵌在深不可测的复杂性神经网络中的。考虑一个类比：化学家根

本不可能理解正常温度下物质的构成，除非他们知道控制电子和离子交互作用的电磁力。

上段之初提出的那个问题极其深刻，但那个问题到目前为止还没有得到任何明确回答。而我可以告诉你，我密切参与的一个相关发现确实揭露了一点真相。

癫痫发作可以蔓延至整个脑产生同步的自我维持的神经放电，是一种常见的神经紊乱。对许多人来说，这些复发的间歇的脑痉挛是借助药物来抑制的，这些药物能降低底层回路的兴奋和促进它的抑制。然而药物并不总是有效。当一个局部异常出现时（例如，当怀疑瘢痕组织或发育时的错误布线引发癫痫时），医生就会要求对患者进行神经外科手术以摘除这个令人讨厌的组织。尽管颅骨穿孔的任何步骤会带来一些风险，但是该手术对那些不能以任何其他方式控制其癫痫的患者来讲是有益的。

为了最大程度上减小术后的副作用和防止生活质量的下降，关键是要找到脑中产生癫痫发作的确切位置。这由神经心理学测试、脑部扫描和脑电图完成。如果从外面看脑没有任何明显的结构异常，那么通过在头骨上钻的一个小孔，神经外科医生就可以将约一打电极插入脑的软组织里，并且把它们留在那里约一个星期。在此期间，患者要生活在医院的病房里，即使睡觉时，来自电极自线路的信号也会被连续不断地监测。当癫痫发生时，癫痫学家和神经放射学家会对异常放电活动的起源点做三角测量。随后对这个令人讨厌的组织块进行破坏或摘除从而减少癫痫发作的次数，有时完全消除它们。

神经外科是一个高技术要求的行业，而加利福尼亚大学洛杉矶医学院的神经外科医生、神经学家伊扎克·弗里德（Itzhak Fried）则是这个

行业的世界级大师之一。脑外科医生与攀岩运动员、登山家有许多共同的特质，这些特质的态度和行为也是我曾立志追求的。他们是一群奇人，为高技术和精密测量而痴狂，但同时他们也富有经验，精通文学。他们以一种直率（blunt）、严肃的方式对待生活和生活中的风险；他们知道自己的局限，但对自己的技能充满信心（当他要钻你的颅骨时，你一定不希望你的外科医生是缺乏自信和犹豫的人）。而他们可以摒除其他一切干扰，好几个小时专注于手头任务。

伊扎克和他的外科同事们完善了各种掏空电极的癫痫监测。这使他们能把比头发丝更细的小电线插入灰质。通过应用适当的电子设备和精选的信号检测算法，他们借助这个微型电极束可以从脑放电活动的连续的背景杂音中检测到一组10～50个神经元的微弱震颤。

在伊扎克的监督下，我实验室的一群人（罗德里格·基安·基罗加、加布里埃尔·柯瑞曼和利拉·雷迪）在丛林般的内侧颞叶中发现了一组非凡的神经元。这个区域（包含海马体）把知觉印象变为记忆，但它也是许多癫痫发作的来源，这就是为什么伊扎克把电极放在这里的原因。

我们谋求患者的帮助。当他们没有更好的事情可做只能等待他们的癫痫发作时，我们向他们展示熟悉的人、动物、标志性建筑和物体的图片。我们希望有一张或更多张的照片能激起一些被监测的神经元的“爱好”，促使它们发放一阵动作电位。尽管我们偶尔会遇到对某类物体（诸如动物、户外场景、普通的脸）做出反应的神经元，而大部分时间，这种搜寻毫无收获。但有几个神经元具有更强的识别能力。当加布里埃尔给我显示第一个这样的细胞时，我非常激动。有个神经元只在给患者观看当时的总统比尔·克林顿（Bill Clinton）而不是其他名人的照片时才会发放，另一个神经元仅对巴特（Bart）和霍默·辛普森（Homer Simpson）的卡通画有反应。

尽管我们对这个发现持有谨慎的初步怀疑——在个体神经细胞层面的这种惊人的选择性是前所未闻的——内侧颞叶神经元确实对使它们兴奋的东西非常挑剔。有个海马神经元只对影星詹妮弗·安妮斯顿的七张不同照片做出反应，但不对其他金发碧眼的女人或女演员的照片做出反应。另一个海马体内的细胞只有当看见女星哈莉·贝瑞（Halle Berry）时才发放，包括她的卡通图像和她名字的书写。我们还发现了对特雷莎修女（Mother Teresa）的照片，对可爱的小动物（“彼得兔细胞”），对独裁者萨达姆·侯赛因（Saddam Hussein）的照片以及对他名字的读音和书写，对勾股定律$a^2+b^2=c^2$（这是一个将数学作为一种业余爱好的工程师的脑细胞）等做出反应的细胞。

伊扎克称这些细胞为概念神经元。我们尽量不去将它们人格化，免得受到诱使将它们称为“珍妮弗·安妮斯顿细胞”（细胞不喜欢你那样做！）。每个细胞，连同它的姊妹细胞——因为在内侧颞叶中可能存在数千个针对任何一个观念的这类细胞——会编码一个概念，诸如詹妮弗·安妮斯顿，无论患者是看到或听到她的名字，注视她的照片，还是想象她，某些细胞都会做出反应。因此，这些细胞可以被视为詹妮弗·安妮斯顿的柏拉图理念的细胞基质。不管这个女演员是坐着还是在跑，不管她的头发是向上的还是向下的，只要患者识别出詹妮弗·安妮斯顿，这些神经元就会活跃起来。

任何人不可能天生下来就有对珍妮弗·安妮斯顿进行选择的细胞。这就像一个雕塑家耐心地从一块大理石中雕刻米罗的维纳斯（Venus de Milo）或Pietaout，脑的学习算法会塑造概念神经元嵌入其中的突触场。当你每次遇到一个特别的人或物体时，高阶皮层区就会产生一个类似的尖峰神经元模式。内侧颞叶中的网络能识别这种重复模式，并使特定的神经元专门负责它们。你具有各种概念神经元，它们分别对家人、

宠物、朋友、同事、你在电视上看到的政客、你的笔记本电脑、你喜欢的那幅画进行编码。我们推测，概念细胞往往表征更抽象但也极为熟悉的观念，诸如与我们记忆中的9/11相关的一切、数字pi（圆周率）或者上帝的观念。

相反地，对很少遇到的事物你不太会有概念细胞，例如，对递给你脱脂拿铁咖啡茶的咖啡师。但是如果你想把她当成朋友，此后在酒吧里见到她并让她走入你的生活的话，那么内侧颞叶中的神经网络就会进行识别：相同的峰值模式会重复出现，并且会连接上表征她的概念细胞。

视觉皮层中的许多神经元会对一条有特定方向的直线、灰色条块或一张表情过度丰富的普通脸做出反应，反之内侧颞叶中的概念细胞则受到相当大的抑制。任何一个人或事物只能唤起非常小的一部分神经元的活动，这被称为稀疏表征（sparse representation）。

概念细胞强有力地证明：意识体验的特异性在细胞层次上有直接的对应物。假设你正在回想玛丽·莲梦露站在地铁护栏处以防风吹起她的裙子的这个标志性场景。一般认为，脑利用广泛的总体策略来表征这个知觉印象。你看到梦露时，几千万神经细胞以一种方式发放，而当你看到安妮斯顿、英格兰的女王或你的祖母时则以不同的方式发放。做出反应的细胞总体上是相同的，但它们做出反应的方式不同。可是我们的发现使得这个观点并不适合你极为熟悉的那些概念和个体。大多数细胞在大多数时候是沉默的，即有稀疏表征的本质。当梦露出现时，少数细胞发放；当安妮斯顿出现时，另一群不同的细胞变得活跃，等等。任何一个有意识的知觉印象可能是由数百或数千而非数百万的神经元联合体产生的。

最近，我实验室的莫兰·瑟夫（Moran Cerf）与伊扎克以及其他一些

人一道提取了几个概念细胞的信号并将它们转变为患者思想的一个可视的外部展示。这个想法看似简单但极难实现。莫兰花费了三年时间——他从一名计算机安全专家和电影制作人变成了加利福尼亚理工学院的研究生——完成这项技艺。

让我带你看一个例子。莫兰记录了一个神经元，这个神经元的发放是对所看见的表演者乔什·布洛林（Josh Brolin）——在她最喜欢的电影《七宝奇谋》（The Goonies）中扮演了一个患者——的影像做出的反应，同时也记录了另一个神经元，这个神经元的发放是对我上文已经提及的玛丽莲·梦露的场景替代地做出的反应。患者盯着一台监视器，这两个影像被叠加在监视器上，（通过患者的脑传递到监视器上的反馈）这两个细胞的发放活动控制她在多大程度上看到的是该混合影像中的布洛林还是梦露。每当患者将想法锁定于布洛林，相关神经元就更强烈地发放。莫兰设置了这个反馈，以至于当这个细胞相对于另一个细胞发放得越多时，布洛林就越清晰可见，而梦露就越模糊，反之亦然。屏幕上的影像一直保持变化，除非在仅有布洛林或仅有梦露清晰可见时，试验才结束。患者很喜欢这个实验，因为她能完全凭自己的想法去控制影像。当她聚焦于梦露时，相关的神经元就增强其发放频率，同时与竞争概念“布洛林”相关的细胞则会抑制它的活动，而与此同时大多数神经元并未受到影响。

此处我讲述故事的方式，听起来就像有两个当事人，其方式就像操作木偶的人克雷格占领了电影《成为约翰·马尔科维奇》（Being John Malkovich）中的演员约翰·马尔科维奇的头脑。一个当事人是这个患者的心智，它全神贯注于梦露。另一个当事人是这个患者的脑即内侧颞叶的神经细胞，它根据心智的愿望上调和下调它们的活动方式。但是这二者都是同一个人的一部分，所以谁在操控谁？谁是幕后操纵者，而谁又

是傀儡？

伊扎克的电极检测了意识的神经相关物的归零点。患者可以刻意并且有选择地调高和调低内侧颞叶神经元的参与数量。但是许多脑区是不受此影响的。例如，你不能迫使自己看见灰色阴影中的这个世界。这极可能意味着在你的视觉皮层处，你无法有意识地去抑制你视觉皮层中的颜色神经元。尽管你有时想这么做，但你无法控制你脑中的疼痛中心。

心-身联结的所有离奇古怪的方面在此还只是表面上的。每当梦露神经元发放时，患者并不会感觉到痒。她不会想：“抑制，抑制，抑制”，从而将布洛林从屏幕上赶走。她根本不知道在她的脑袋里究竟发生了什么。可是，关于梦露的思想被转译成了一种特殊的神经元活动模式。她的现象心智事件在她物质的脑中找到了平行物，心智震动与脑震动同时发生。

两个皮层半球中的每一个都能产生意识

脑，像身体的其他部分一样，具有显著的左右对称性。可以将其想象成一个放大的核桃，一侧并不完全是另一侧的镜像，但几乎差不多。几乎每个脑的结构都有两个副本，一个在左边，一个在右边。视觉场的左侧由右半球的视觉皮层表征，反之，右侧被映射到左视觉皮层上。当你注视这个世界时，你无法在自己的视野中看到完全垂直向下的线条。这两个半球被无缝地整合在一起。哲学家强调体验是单一的。你不能一边一个地体验到两个意识流，而只能体验一个，而且适用于视觉的也同样适用于触觉、听觉等。

两个脑半球与一个心智之间的这种不协调是由笛卡尔提出来的，他试图寻找一个反映体验单一本性的结构。他错误地认为，松果体不存在

左边有一半和右边有一半的情形，而且他提出了一个著名假设：它（松果体）是灵魂所依之处（按现代语言，即意识的神经相关物）。当我在课堂上提及笛卡尔对松果体的观点时，许多学生会窃笑：“多傻啊。”事实上，笛卡尔领先于他所处的时代几个世纪，他在寻找结构与功能之间的关系，其见解使人耳目一新，他将现代性和启蒙的气息吹进中世纪经院哲学临近尾声时的枯燥、陈腐的氛围中。笛卡尔取代了过时的亚里士多德的有目的的目的因，因为它实际上什么也解释不了的，亚里士多德的目的因解释认为木头燃烧是因为它拥有一种试图燃烧的内在本质。笛卡尔，连同弗朗西斯·克里克和已故的神经外科医生约瑟夫·伯根（Joseph Bogen）都是我心目中的伟人（说实话，那个叫丁丁的小记者以及侦探夏洛克·福尔摩斯也是我心中的伟人）。

胼胝体（corpus callosum），即脑中最大的白质结构是左脑与右脑整合的主要原因。它是由大约20亿个轴突组成的一束粗粗的连接，每一个轴突都从脑一侧的椎体细胞延伸至另一侧。轴突与一些细小的连接束紧密地调节两个皮层半球的活动，以至于两个脑半球能够毫不费力地协同工作，从而产生一个关于世界的单一观点。

如果这束轴突被切断，那么会发生什么？如果小心谨慎地切断它，不损伤其他结构，那么患者应该仍然有感觉能力，尽管他或她的意识可能会被分隔成两个，缩减为仅仅包含左侧或右侧的视野，而另一半则是看不见的。然而，发生的事情并不是这样的！

在某些棘手的癫痫病发作中，为阻止癫痫发作——源于一个脑半球的发作会扩散到另一个半球，并导致全身抽搐，患者的部分或者全部胼胝体被切除。第一次实施这个手术是在20世纪40年代早期，缓解了癫痫发作。引人注目的是，一旦裂脑患者从手术中康复，人们很难在日常生活中察觉到他们的异常。他们像以前一样看、听和闻，四处走动、谈话

以及得体地与他人交流，而且他们的智商（IQ）也没有变化。他们有正常的自我感，并且在他们感知世界时，也没有显示出明显的异常，例如他们的视野没有减小。开创这个手术的那些外科医生，诸如南加利福尼亚的洛马林达大学（Loma Linda University）的亚约瑟夫·伯根，对没有觉察到患者的这些明显症状感到非常困惑。

然而，通过对裂脑患者更细致深入的观察，加利福尼亚理工学院的生物学家罗杰·斯佩里（Roger Sperry）揭示了一种持续深刻的分离症状。如果把特定数据只给予一个半球，那么那些信息就不会与另一侧的孪生半球共享。进而，只有一个半球能够让人说话，通常是左边的那个。也就是说，如果右半球丧失或因麻醉被抑制，那么患者仍然能说话，这也是左半球为什么被称为优势半球的原因。尽管右半球能咕哝或嗡嗡地表达，但它自身仅有有限的语言理解能力并且是不会说话的。因此，当与一个裂脑患者交谈时，正是这位患者的左半球在进行所有的谈话工作。他无法命名出现在左视野的物体，因为那个图像是由他不能说话的右视觉皮层加工的。但是他能用左手从托盘上的一组物体中挑出一个物体来，因为左手是由右运动皮层控制的。

如果将一把钥匙放在了他的右手上，尽管右手在桌子底下是看不见的，但患者仍旧能够快速说出手上的东西是钥匙。来自他右手的触觉信息被传递到了他的左半球，物体在这里被识别，而它的名称则被转发至语言中心。然而，如果把钥匙被放在他的左手上，他就不能说出这是什么，而且会讲一些漫无边际的闲话。右半球可能很清楚那个物体是一把钥匙，但是它无法把这个知识传递给左半球的语言中心，因为通讯连接被切断了。

脑的一半确实不知道另一半正在做什么，结果出现了一个介于悲剧与滑稽之间的境况。北达科塔州大学（University of North Dakota）的

神经学家维克多·马克（Victor Mark）录制了一次与裂脑患者的访谈。当被问及手术后发生了多少次癫痫时，她右手竖起了两根手指。紧接着，她用左手将她右手的手指压下去。在试了几次计算她的癫痫发作次数后，她停了一下，接着她用右手伸出三根手指头，而用左手伸出一根手指头。当马克指出这个矛盾时，患者说她左手经常会自作主张地做这些事情。继而出现两个手打架的情形，这看起来像一场趣的闹剧。只有当患者因为受到这样的挫折而禁不住流泪时，我才向她指出她所处的糟糕状况。

因裂脑患者的研究工作，斯佩里在1981年获得诺贝尔奖。他的研究告诉我们，尽管切断胼胝体会将皮层-丘脑复合体一分为二，但意识却是完整的。两个半球都具有独立的意识体验的能力，其中一个比另一个更擅长表达。无论意识的神经相关物是什么，它们必定独立存在于大脑皮层的两个半球中。在一个头颅里存在两个有意识的心智。我会在第8章再讨论这个主题。

意识能够永久地消失，留下一具僵尸

只要你醒着，你就会意识到某物，诸如未来之路、由“德国战车”（Rammstein）[2]演奏的不断回荡在你心里的重金属音乐或性幻想。只有在特定的禅修（meditative practices）期间，人们才能处于没有任何特定内容的意识状态，才能处于未觉知到任何特殊内容的觉知状态，甚至当你的身体沉睡时，你在梦境中也能有生动的体验，相比之下，当人们处于深度睡眠、麻醉、昏厥、脑震荡以及昏迷状态时，他们不会有任何体验，不是黑屏而是空无一物。

当脑遭到重创后，意识有可能无法恢复。一起车祸、一次摔倒、一

次战斗受伤、嗑药或酒精过度、一次几乎溺死的经历，其中任何一个事件都能导致严重的无意识状况的出现。幸亏有救援直升机和急救医务人员，他们能快速地将伤者转移到拥有先进设备和药剂百宝箱的专业创伤治疗的护士和医师那里接受护理，这使得许多人从死亡的边缘被救回来。尽管这对大多数人来说是福音，但它对少数人来说也是灾难。他们仍会活许多年，但再也没有恢复意识，成了一个“活死人”。

当负责唤醒的脑部分受到创伤，意识的这种全局失调就发生了。脑丘和大脑皮层的神经元无法聚合那些调节意识内容的众多的神经元联合体。受损的意识状态包括昏迷、植物人以及最小意识状态。唤醒的整个范围是浮动的，它包括从完全缺乏唤醒的昏迷到周期性的睡-醒转变的植物状态以及在最小意识状态、梦游和某些部分癫痫发作中有目的运动的清醒状态。

单在美国，就有大约25000名患者多年来处于所谓的持续植物状态（PVS），他们恢复的前景非常渺茫。让这类状况变得几乎无法忍受是他们的情况，因为他们与昏厥的患者不一样，昏厥患者几乎没有任何反射，而这种处在地狱边缘状态中的患者具有日常的睡-醒循环。当他们“醒来”时，他们的眼睛是睁开的，并且可能会反射性地运动，正如他们四肢偶尔会动一样，他们可能会“扮鬼脸”，转过他们的头，发出呻吟。对天真的床边观察者来说，这些运动和声音表明患者醒来了，于是他们拼命地试图去与他们的爱人交流。在济贫院和疗养院里，这种创伤患者单调空虚的生活遥遥无期，让人绝望，这种悲剧被爱以及家庭花费在他们身上的资源映照和放大，而人们始终怀着有朝一日能奇迹康复的希望。

你可能会回想起福罗里达州的特里·夏沃（Terri Schiavo），她已经在持续植物状态中生活了15年，直到2005年她被施以药物诱导而死亡。

由于（主张终止其生命维持的）她丈夫与（相信女儿还有某种程度的觉知的）父母之间公开的令人不快的争吵，这个病例导致了一场激烈争论并多次对簿公堂，最终还把时任总统的布什（George W.Bush）牵扯其中。在医学上，对她的病情的诊断没有什么争议。她有短暂的自动作用：转头、眼睛运动等类似举动，但是她没有表现出任何可重现的或一致的目的性行为。她的脑电图（EEG）是平的，这意味着她的脑皮层已经停止活动。多年来她的状况都没有任何改善。尸检表明，她的皮层已经萎缩了一半，视觉中心也萎缩了，因此她的状况与当时流传的公众报道相反，实际上她根本看不到任何东西。

我稍稍偏题一下。美国当前的立法在撤除医疗护理与主动安乐死之间确定了明确的界限。在前一种病例中，晚期患者是以他或她自己的病情发展进程自然走向死亡的。在后一种病例中，医生是通过鸦片或其他药物的介入加速死亡的到来。我理解提出禁止安乐死的法律所依据的历史力量，但是以撤掉所有流食或固体食物而致其饿死的方式来了结患者（甚至是像夏沃这样无意识的人）生命，这对于我来说似乎是非常残忍的。在特里克西（Trixie）（我家挚爱的宠物狗）12岁时，它患上了心肌症（cardiomyopathy）。它开始不吃东西，胃里全是水，频繁地呕吐，它很难让自己肠子的搅动停下来。最后妻子和我只好带它去看兽医。医生给它注射了大剂量的巴比土酸盐，当时它十分信任地躺在我怀里，很温柔地舔我，直到它勇敢的心停止跳动。这个过程很快，它也没有经受疼痛。尽管我们极度伤心，但这样做是对的。我希望，当我的大限时间到来时，有人以同样的方式待我。

不幸的是，通常很难在（具有规律性的睡-醒周期的）持续植物状态的患者与（偶尔能与周围人交流的）最小意识状态的患者之间做出区分。我会在第9章中讨论完成这个目标的一种工具，即意识测量的工

具。功能脑影像是另一个工具。

英格兰剑桥大学（University of Cambridge in England）的神经学家阿德里安·欧文（Adrian Owen），把一个在一起交通事故中脑受到严重创伤的反应迟钝的妇女放进一个磁共振扫描仪中。她在母亲的帮助下阅读指令，指令要求她想象打网球或参观她家的所有屋子。患者没有表现出理解指令的任何征兆，更别说做出反应了。可是她的血液动力学脑活动模式却与闭上眼睛并想象相似活动的健康被试一样。这种想象活动是复杂的有目的的心智活动，会持续几分钟，但它不可能无意识地出现。尽管这个受伤的妇女无法用手、眼睛或声音发出信号，但她至少偶尔是有意识的并且能够遵从外界的指令。以这种方式测试大多数其他植物状态的患者时，却没有出现这样的脑信号，他们似乎确实没有意识。脑损伤患者否认境况让人痛心，但对他们而言，磁共振扫描仪可能是一个救命索，因为它开启了一种交流方式："如果你痛，那么想象一下打网球。如果你不痛，那么想象一下穿过你的房子。"

回到这个主题上来，引人注目的是，尽管大脑皮层的大部分可能被损伤，但患者康复后并没有丧失任何总的功能。正如我上面提到的，一个人的病灶皮层损伤只会造成有限的缺陷。损伤的这种快速恢复能力在额叶中特别明显。用电流刺激额叶不会引起四肢的抽搐，正如刺激初级运动皮层或用灯光闪烁，正如刺激视觉皮层。这就是为什么早期的神经学家常常将额叶称为静默区。

经典的精神外科学的明确特征是控制性地损毁大脑皮层的额叶中的灰质（额叶切除术）或是切断连接前额叶皮层到基底神经节的白质中的轴突（脑白质切断术）。这类手术名声不佳，因为它是用改进的冰锥插进眼窝完成的，而这可能会导致患者的人格变化和心智残疾。这类手术将"疯子变为白痴"，并且方便对患者的看护，但这样的手术并没导致意

识的全局丧失。

我们可以想象一条分离左脑与右脑的中线，但如果在靠近这条中线的皮层下结构上有一个小小的有限损伤，那么这就可能使一个人变得无意识。我将这些中线结构视为意识的促成因素。它们控制了脑的唤醒程度，而脑的唤醒程度是觉知所必需的。如果一个皮层下区域的左边和右边的副本都受损伤，那么患者可能就永久性地失去意识。（大体上脑能够承受对一侧结构的损害，但不能承受两侧都受到损害。）一个这样的中线结构是网状激活系统，即上脑干和下丘脑中的一个异质的核团集合。核团是神经元的三维集合，具有自己独一无二的细胞结构和神经化学特性。网状激活系统中的核团释放出调节神经传递质，诸如血清素、去甲肾上腺素、乙酰胆碱以及多巴胺，它们来自贯穿于前脑的轴突。

意识的另一个促成因素是丘脑的五个板内核的集合，这些集合也簇拥在中线附近。这些核团接收来自脑干核团和额叶的输入，并且将它们的输出发送到整个大脑皮层。左右丘脑板内核中不足一块方糖大小的损伤，就能导致意识的消失，大多数是永久性的消失。

要使体验发生，丘脑和脑干中的大量核团应使前脑保持在被充分唤醒的状态。尽管具有独特鲜明化学特征的这些结构中没有任何一个会导致体验内容产生，但它们却使体验成为可能。它们努力的终端是大脑皮层中的160亿个神经元以及在丘脑、扁桃体、屏状核和基底神经节中与这些神经元紧密合作的神经元。通过控制神经传递的混合物的释放，板内核团和脑内室的其他核团会上调和下调突触和神经元的活动强度，促使皮层-丘脑复合体形成并塑造与之紧密同步的神经元联合体，这个同步神经元联合体是任何一种意识体验的关键。

总之，皮层及其附属结构的局部属性调节意识的特定内容，反之全

局属性对维持意识是关键的。对于集合在一起的一致的神经元联合体，并且对于觉知的出现而言，皮层-丘脑复合体有必要充满神经递质和化学物质，它们是由脑的更深层和更古老部分中的神经元的长长的蜿蜒的触手释放的。无论是局部方面还是全局方面对意识而言都是关键的。

关于意识的神经解剖学和神经化学就说这么多吧。现在让我们转向无意识。

[1] 即有生命，但丧失了任何意识。——译者注

[2] “德国战车”是德国的重金属乐队。——译者注

第6章

在这一章，我要为我年轻时认为荒谬的两个命题辩护，这两个命题是：你并没有觉知到头脑中发生的大多数事情；即使你确信一切尽在你掌控之中，但实际上僵尸行动者控制了你的大部分生活。

实际上，人类对自己知道些什么？事实上，他能像把自己陈列在一个发光的展示柜中那样完全地感知自己吗？自然难道没有对他隐瞒大部分（甚至是有关他自己身体的）事情吗？以便将他限制和封闭在一个让人引以为傲的虚伪的意识中，从而远离一圈圈缠绕的肠子、快速流动的血液以及震颤的错综复杂的纤维！她扔掉了这把钥匙！

——弗里德里希·尼采，《论额外道德意义上的真理和谎言》（1873年）

我是一个成年人，正因此我终将一死。十多年前我突然本能地领悟到我的死期。我整晚都在玩一个让人上瘾的第一人称射击电视游戏（first-person shooter video game），这个原本是我十几岁的儿子玩的游戏。在游戏里，我跑步穿过怪异的空荡大厅、洪水浸没的走廊、梦魇般扭曲的隧道以及怪异太阳下一个空旷的广场，一群外星人无情地追逐着我，而我把所有的武器弹药都倾注到他们身上。我很晚才上床睡觉，并且像往常一样，很快就睡着了。几个小时后我突然醒来。我确知我将死去！不是此地此时，但会在某一天。

我对突发事故、癌症等事情的发生没有任何预感，只是突然深深地领悟到我的生命终有尽头。十几年前死亡曾不宣而至，在伊丽莎白——我女儿加布里尔的同卵双胞胎八周时，婴儿猝死综合症（sudden infant death syndrome）将她从我们身边夺走了。孩子不应死在父母之前，这

严重违反了事物的自然秩序。守夜期间，可怕的体验感染了一切，但奇怪的是，这并没有触动我自己对必死命运的感受。但这次夜间的领悟却不同。我现在明白且深知，我也终将一死。死亡的确定性一直伴随着我，让我变得更明智，但没有让我更快乐。

我对这个奇怪事件的解释是，电视游戏中的所有杀戮触发了自我要灭绝的无意识想法。这个过程让我极度焦虑，以至于我的皮层-丘脑复合体在没有任何外部触发的情况下自行地苏醒。在这一点上，自我意识照亮并直面其必死的命运。这奇异的但却普遍的体验生动地表明，我头脑中发生的大多数事情是我无法轻易取得的。在脑的某个地方，我的身体受到监控；爱、欢乐和恐惧会产生；想法会出现，会被进一步深思并且会被舍弃；计划被制定；记忆被建立。这个有意识的我，克里斯托弗，对这些喧嚷的活动完全不以为意。

确定无疑的死亡会恭迎我们所有人，而我们对人的必有一死的认识的抑制是弗洛伊德所谓的防御机制的演化中的一个主要因素（我们是唯一拥有这些机制的动物吗？黑猩猩能对必有一死的认识进行抑制或压抑吗？）。通过这些机制，脑从意识中剔除消极的感受、焦虑、内疚、不请自来的（unbidden）想法等。如果没有这样的清除机制，那么早期的人类有可能会被其最终的命运惊呆而不能成功主宰他们的小生境。或许，临床忧郁症就相当于失去了这种防御机制。

但是借助恰当的触发条件，无意识能够戏剧性地把自己展现出来。只要我在波士顿，我就会尽量去探访伊丽莎白的墓地。在经历那次午夜启示后的几年，我去圣约瑟夫公墓（St.Joseph Cemetery）朝圣。绵绵春雨中，当我独自一人走过一行行的墓石时，从远处我注意到她的墓碑有点奇怪。走近后，我惊讶地看到在刻有伊丽莎白名字的花岗岩顶上有一个赤土陶器制造的折翼天使。位于我女儿安葬地的这个无助的小雕

像，触动了我瞬间的几乎无法忍受的悲伤和失落感。我蹲下，在雨中哭泣。我打电话给远方的妻子，她让我冷静下来，然而在那天余下的时间里我一直战栗不止。我不清楚那残缺的雕像是如何到那里的。那天我领会到，在这个恰当的语境中，一个象征就能突然释放长期休眠的记忆和情绪。

在我的大学时代，有两个亲密的朋友接受了尖叫治疗——一种因披头士约翰·列侬（Beatle John Lennon）而流行的心理治疗形式。我曾经是一个敏感的家伙，对他们笃信的这种治疗形式非常感兴趣，即被压抑的记忆、本能的欲望和需求正以他们不知道的方式影响着他们。非常感谢，我会坚信我能完全掌控自己头脑中发生的事情。我强烈否认弗洛伊德的无意识记忆或创伤记忆，以至于我甚至不知道我也有它们，包括正在影响我行为的出生时的痛苦——是的，那就是尖叫治疗（如果听说它最初来自南加利福尼亚，那么你不要感到惊讶）的不可或缺的一部分。

30年后，我更加慎重。现在我理解，独立自主的“我（I）”的行动是由习惯、本能和冲动所决定的，而它们很大程度上避开了有意识的审查。我的神经系统毫不费劲地“编织”着我的身体，犹如穿行在一条人流熙攘的繁忙的购物小巷；神经系统如何破译进入耳朵的声音模式，并将其转变为某人提出的一个问题；演讲时我不连贯的想法如何以一种合理的顺序突然从我的喉咙和嘴巴里慌张地蹦出来；为什么我禁不住要买一件发光的紫色或深紫红色那种颜色鲜艳的衬衣——这一切超出了有意识自我的控制。这种觉知的缺乏延伸到心智的最高领域。

如果你有过情绪紧张的时候，你就会对每天伴随你的怨恨和愤怒、恐惧和绝望、希望、悲伤以及激情的强烈逆流十分熟悉。有时，情绪的漩涡会威胁你心智的稳定，探查你自身隐蔽的欲望、梦想和动机的地穴，使它们变得有意识，从而，或许能使它们变得可理解——要做到这

一点是很困难的。精神分析与其他推理方法是不完美的，它们创作了一部新小说，一种基于直觉的，关于人们为什么做他们所做事情的民众心理学观念的不同叙事小说。这个谈话疗法永远不会揭示出关系破裂的一个实际原因，这些仍然要交付给脑的黑暗地窖，在那里意识无法投射其窥探之光。

所有这些理论并不是新的。自19世纪后半叶以来，潜心智（the submental）、非意识或无意识（我将其定义为不会直接引发一种体验的任何加工）业已成为学术上一个令人感兴趣的主题。弗里德里希·尼采是探索控制他人并获得控制他人权力（通常这种控制会伪装成同情）的第一位主要的西方思想家。他所探索的是位于人类无意识欲望的黑暗深处的控制他人的权力。在医学-文学传统中，弗洛伊德认为童年经历，尤其是那些具有性或创伤特征的经历，深刻地决定了成年人的行为，而它们的影响却没有被认识到。弗洛伊德的这些概念已经深入日常语言，并且只能慢慢地被更多以脑为基础的概念取代。

这让我从轶事的自传的领域转向更客观的科学领域。我不讨论上流社会的那些神经病患者（他们是一些躺在沙发上并以每小时200美元的费用不停地谈论自己的人）的病例研究。相反，我将叙述针对一群大学生所做的实验，这些实验会给参与实验的大学生每小时支付15美元的酬劳。由这类发现得出的压倒性结论会让人羞愧：你的行动在相当大的程度上是由无意识过程塑造的，而你对这个无意识过程却毫不知情。

脑中的僵尸行动者

神经病学和心理学的研究已经发现了很多专门的感觉-运动过程。搭接上感觉器官（眼、耳、平衡器官），这些自动控制机制能够控制人的

眼、颈、躯干、手臂、手、手指、腿和脚，并且能够帮助人完成剃须、沐浴和晨起穿衣；能够帮助人完成开车上班，敲击计算机键盘，用手机发短信；能够帮助人打篮球；能够帮助人晚间洗盘子等。弗朗西斯·克里克和我称这些无意识机制为僵尸行动者（zombie agents）。这个僵尸军团集体能够管理肌肉与神经之间流畅快速的交互作用，这是所有技能的核心，并且组成了一个鲜活的生命。

僵尸行动者类似条件反射，包括眨眼、咳嗽、从热火炉缩回你的手或被一声突如其来的声响吓一跳。经典的条件反射是自动的快速的，并依赖于脊髓或脑干中的回路。僵尸行为被认为是一种涉及前脑的更灵活和更具适应性的反射。

僵尸行动者执行意识的“雷达屏幕下”的惯例任务。你能意识到一个僵尸行动者的行动，但仅仅是在事后。最近，当我正在越野跑步时，有个东西引起我向下看。因为我的脑识别出一条在石子路上晒太阳的响尾蛇，而我马上就要踩到它，于是我立刻让右腿跨一大步。在我有意识地看到这个爬行动物并体验到伴随而来的肾上腺素的上升之前，以及在它吱吱地向我发出不详的警告之前，我已经避免去踩到它并快速跨了过去。如果我依靠有意识的恐惧感来控制我的腿，我很可能会踩到蛇。

法国布龙科学认知研究所（Bron Institut des Sciences Cognitives）的马克·让纳罗（Marc Jeannerod）是一名行动神经心理学专家。他的实验得出的结论是行动的确比思想更快，进行矫正运动的行动要比有意识的知觉提前1/4秒开始。从这个角度看，我们来考虑一个能在10秒内跑完100米的世界级短跑运动员，在跑步者有意识地听到发令枪响时，他已经在起跑架的几步之外了。

无意识行动可以经由训练实现。一次次地重复同样的序列可以强化

这些独立成分，直到它们形成流畅和自动的链接。你训练得越多，这个无意识行动就会变得越发自如和同步。训练赋予运动员和战士一分之几秒的优势，正是这一点点优势决定了成功与失败，生与死。

以扫视为例，即以快速眼动不断扫视你的环境。你来回转动眼睛，每秒3～4次，一天100000次，这大约与你心跳的频率相当，可是你很少（如果有的话）觉知到它们。你能够有意识地控制你的眼睛，诸如当你把注意力从紧挨你的家伙那丑陋而干裂的嘴唇移开时或当你避免引起一个乞丐的注意时，但那都是一些例外的情况。

位于圣克鲁兹（Santa Cruz）的加利福尼亚大学的心理学家布鲁斯·布里奇曼（Bruce Bridgman）和一些人证实，你眼睛看到了你心智没有觉知到的细节。在一个实验中，志愿者坐在黑暗中，盯着一个单个的发光二极管。当这个二极管在此处被关闭并在另一处位置再次被打开时，这个志愿者会快速将他的注视转移到这个新位置。有时，当志愿者的眼睛已在中途开始这次扫视运动时，实验者会“作弊”并再次移动这个二极管。即使这个二极管已经转移了，她的眼睛也不会暂停扫视，而会将视线正确地落到这个二极管的新位置上。志愿者本人没有觉知到这个二极管位置的第二次转移，因为在扫视期间视觉会部分地中断。（这就是为什么你无法看到你眼睛在移动，试着注视浴室的镜子，同时来回移动你的眼睛。）的确，尽管志愿者的视线仍正确地落在目标上，但当这个二极管被向内或向外移动了一点时，志愿者猜不出它被移向哪一边。

扫视系统对引导其眼睛所指向的地方极其敏感。鉴于扫视系统是高度专业化的，因此其刻板的行动并不涉及意识。假如你需要觉知并计划眼睛的每次运动，你就无法做除此之外别的事了。如果你必须不停地思考：“现在左转，现在下移，现在往那边，然后再向下回到原地！”那么想象你试图把握一系列想法，同时还必须适当地组织十几块眼部肌肉。

如果眼睛的扫视活动能外包给专家，那么为什么还要让这些平淡无奇的活动妨碍体验呢？

僵尸行动者总是活动在此时此地，它们不为未来计划。当你伸手端起一杯热茶，将自行车转弯以避开突然变向的汽车，截住并回击打过来的网球或快速地敲击键盘时，你需要现在就行动，而不是几秒钟之后。

获取一项新技能，诸如帆船运动或登山，需要进行大量的体力和心智训练。在攀岩时，你学会把手、脚和身体放在那些便于抓住、踩牢和倚靠的地方，并在裂缝里锁住手腕或手指。你注意到裂缝和沟槽，把一个垂直的花岗岩峭壁变成一个便于攀爬的墙壁，需要将一系列不同的感觉-运动惯例结合和搭配在一起，从而编成一个精细的运动程序。只有经过几百小时的专门训练，这一系列动作执行才成为自动的，即转变为俗称的肌肉记忆。动作的不断重复会征召形成一支僵尸行动者部队，这支部队会使这项技能变得轻松自如，你的身体运动会变得更敏捷，不会多浪费一点精力。你从来不会考虑行动的微小细节，但实际上这些行动要求瞬间的协调以及肌肉和神经的不可思议的配合。

有些行动自始至终需要注意和觉知，有些行动则是自动的和无意识的，当前者向后者转换时，通常会伴随神经元资源的转移，这是一个从前额叶皮层到基底神经节和小脑的转移。

自相矛盾的是，当一些行动一经学会，那么对细节的关注反而会扰乱轻松自如的技能。注意一个你已屡次训练过的技能的任何一方面，例如，如果你注意控球过程中右脚内侧触到足球的那一刻，那么这种有意识的注意反而会降低这个技能表现的水平，并且可能会弄巧成拙。当你表演一个你已经弹奏过多次且精熟于心的乐曲时，你最好让“手指来进行演奏”。如果你试图去觉知这个流畅的行动或考虑音符的单个乐旨和顺

序，那么这反而弄巧成拙。的确，不妨恭维一下你网球对手的反手回球的优美姿势，而当下一次他回球时，他会因关注他的“完美”姿势而将球打偏。

范德堡大学的心理学家戈登·洛根（Gordon Logan）和马修·克伦普（Matthew Crump）确立了这个敲击键盘（我们时代的一项基本技能）的悖论。志愿者必须在三种条件下以他们平时的打字速度来敲击屏幕上呈现的文字。为了确定一个基准线，他们用双手正常地键入这些文字。在左手试验中，他们必须抑制右手，只键入通常在键盘上分配给左手的字母。在右手试验中，右手习惯于只键入分配给它的字母。例如，如果单词“army”出现在左手试验中的显示器上，被试必须键入“a”和“r”，而不是“m”或“y”，因为这两个字母应该由右手键入。即使只是被键入其中一半的字母，抑制手的这些自动反应也很困难，而且会显著地降低了志愿者的敲击速度。可是如果被禁止的字母以绿色划线，而被许可的字母用红色划线，那么被试能轻易地抑制左手或右手去敲击键盘，并且速度很快。

哪个手键入哪个字母，这个任务的细节可委托给低层次的运动惯例来执行。使那种知识变得有意识从而抑制行动，这是一个很费力的事情。然而，如果这个敲字僵尸所阅读的输入已被标记为“不敲”，那么就没有必要重提（dredge up）这个信息，并且手能够及时停下来以避免降低整个敲击速度。为了对抗这种压力下的滞塞（choking），教练和训练手册提醒你清空心智内的一切，这会腾出你内在的僵尸，而且相当有益。

《箭术与禅心》（Zen in the Art of Archery）具有同样的思想，这本书是禅修（meditation）文献中的杰作。在这本书的结尾处，作者欧根·赫里格尔（Eugen Herrigel）这样谈论剑术：

学生必须发展一种新的感官，或更准确地说发展一种对他所有感官的新的警觉，这样才能使他避开危险的攻击，他仿佛能感觉到危险的来临。一旦他精通了这种闪躲的艺术，他便不再需要专注于对手的动作，甚至当时对手有好几个也无妨。确切地说，他能看到和感受到将发生的事情，而同时他已经避免其影响，在觉察与闪避之间是“间不容发的”（a hair’s breadth）。迅如闪电的反应，这种反应无需进一步的有意识观察，这才是重要的。这样一来，至少学生使自己独立于所有有意识的目的。这是一个伟大的收获。

神经心理学家梅尔文·古德尔（Melvyn Goodale）和大卫·米纳尔（David Milner）研究了一名在一起致命的一氧化碳中毒事故中失去大部分视力的患者。病人被诊断为视觉失认症，尽管她能看到颜色和纹理，但她无法识别物体，无法看到物体的形状或方位。这个事故使她的部分视皮层缺氧，杀死了那里的神经元。结果，她无法将水平线，如信箱中的槽，与垂直线区分开，对她而言它们看起来是一样的。可是，假如她必须伸手将信放进槽内，她会毫不犹豫地这么做，不管槽的倾斜方向是水平的、垂直的还是介于二者之间。尽管她没有觉知到槽的方位，但她的视觉-运动系统传达了这个信息，并且可以不用摸索就能连贯地引导手的运动。同样，当这位女士必须抓住放在她前面的物体时，她做得相当准确和自信，即使她无法说出她拿着的是一根薄玻璃长笛还是一个大杯子。她失去负责识别物体的一部分的视皮层，但是使用视网膜的输入来调整手和手指的方位和形状以及引导手和手指的脑区功能仍然正常。

猴子的实验进一步确证了早期的临床工作，基于这些工作，研究者提出了存在两个不同的视觉加工流的观点。这两个视觉加工流都始于初级视皮层，但随后分开，使神经分布到致力于高级视觉和认知功能的皮

层的不同区域。一个流经V2区和V3区进入到下颞叶皮层和梭状回，是知觉的、腹侧的或内容的通道。另一个是行动的背侧的或方位的通道，它传送数据至后顶叶，即皮层内的视觉运动区域。基于对这个单一患者的视觉运动技能和缺陷的仔细分析，米尔纳和古德尔推断，她的内容通道（即调整有意识的物体视觉）因她遭受的窒息而受到损伤，然而她的空间通道（即引导她的手和手指）几乎保持完好。空间通道的目的不在于深思熟虑（深思熟虑是某些前额叶结构的特权），而是指导行动。功能活动良好的脑通过许多交叉连接将这两个通道紧密地整合在一起，而脑的所有者甚至没有认识到，他所体验到的这个无缝结合是由两个或更多信息流构成的。

社会无意识

我们是极其社会化的动物。其中一个方面的生动表现是人们热衷于名人、八卦秀和八卦杂志以及充斥着最新废话和照片的网站，人们对党派、风流韵事、暗箭伤人、密谋、婚外私生子等话题也趋之若鹜，而这很大程度上表现出人们非常乐于窥视彼此的举止。如果你认为人性是高尚的，那么只须查看谷歌的时代精神档案排名前十的搜索条目就能一目了然。电影和流行歌手、乐队、顶级运动员和当前的政治事件是人们津津乐道的一些话题，其中既没有关于科学家的，也没有关于科学发现的（并且这位于最流行的搜索项之后，而那些涉及性的条目已早就被剔除了。）

没有一个人是孤立存在的，甚至隐士也通过与他人（如果不是在真实生活中，那么也是通过书籍、电影或电视）的关系来界定自己。

你可能像我年轻时一样热衷于相信，你的有意识意图和深思熟虑的

选择控制着你与家人、朋友和陌生人的交往。可是社会心理学所进行的数十年的研究已经表明，那完全是另外一回事。你的交往很大程度上受到你知识范围之外的力量，受到无意识欲望、动机和恐惧的支配。

美国心理学之父、小说家亨利·詹姆斯（Henry James）的兄长威廉·詹姆斯（William James）认为对行为的思考或观察会强加从事那个行为的倾向。动念动作的原则是脑皮层内知觉和行动表征的部分重叠的一种自然结果。猴脑中存在所谓的镜像神经元，这个发现证实了一个行动的知觉与实施那个行动密切相关这个看法。

注视某人吃饭，这个动作会激活当你吃东西时你脑中被触发的那个区域，尽管这种激活比较微弱。看到某人窘迫的样子，你也会畏缩不前，因为你也会感觉到一点局促。当有人对你微笑，你会感觉好一点。当你对某人有好感，你会模仿该人的行动和言语。下次你与一个朋友在咖啡馆见面，你就能看到这点，你们都以相同的手肘撑在桌上，你们的头偏向相同的方向。当你低声讲话，你的朋友跟着学样；当她挠头，你也这么做；当你打哈欠，她也打。行动的相互性也有助于你同他人打成一片。

无穷尽的多样性因素影响你与他人的日常接触。他们的年龄、性别、种族、穿着、举止和情感表达使他们在你的心中留下印记，并将引导你与他们接近、交谈以及形成判断他们的方式。而所有这些都避开了有意识的审查，因此“第一印象”十分重要。

一些人对特定群体公然持有强烈的，通常是负面的意见：“自由主义者痛恨国家”，“黑人是好斗的”，“老人是无聊的”，等等。这类偏执者基于他们的偏见做出选择。但即使你努力避免刻板的印象，你仍然怀有无意识的偏见和偏好。你不可避免地是你的文化和成长环境的产物，你从

童话和神话，从书籍、电影和游戏，从你的父母、玩伴、教师和同龄人那里汲取了一些内隐判断。如果你不相信我，那么就做一个内隐联想测验（implicit association test）（我推荐哈佛大学的测验，你能在网上找到），在实验中你要尽可能快地回答一大堆问题。这个测验以一种抗拒操纵或撒谎的间接方式测量了你支持或反对特定宗教、性别、性取向或族群的程度。

因为两个原因，无意识的偏见比有意识的偏见更有害。

首先，无意识倾向是普遍和自动的，一旦它们的触发者出现，它们就会被激活。它们非常强大，被整个共同体分享。

想一想驻扎在珍珠港的美国太平洋舰队在1941年12月7日被日本帝国海军突然袭击以及世贸中心和五角大楼在2001年9月11日被基地组织突然袭击，这两次灾难都是大型组织情报工作的严重失败造成的，这些组织原本是竭力保卫国家免受此类灾难。学术和新闻调查揭露了大量信息，这些信息提前几天、几周和几个月就指向了这些迫近的攻击。在“9·11”事件中，情报人员曾40多次就奥萨马·本·拉登（Osama bin Laden）带来的威胁警告管理部门，但一切都是徒劳的。

为什么？无数的政府事务委员会和书籍都得出了相似的结论，这里存在很多层面上的玩忽职守。可是，与个人没有留意到这些警告相比，更危险和更普遍的是存在于人们心中的那些或明或暗的种族自大和文化傲慢的态度。在多次国会调查中，海军上将基梅尔（Kimmel）（太平洋舰队的主管）有一次在会议期间曾一时疏忽地明确指出：“我从不认为，那些人能从如此遥远的日本完成这种攻击”。50多年以后，国防副部长沃尔福威茨（Wolfowitz）同样无视对手，鄙视本拉登为“阿富汗内的这个小恐怖分子”。普遍的刻板印象蒙蔽了当权者：“那些生活在洞穴中的

人怎么可能威胁到我们，威胁到这星球上最强大的国家？”这种思想病理学的另外一些例子是导致雷曼兄弟金融崩盘的事件和2008年9月几乎导致市场崩溃的事件。这里，人们普遍相信投资风险是可控制的并且可以通过适当的金融工具来消除这些风险，但结果却是这些金融工具导致了全球衰退。

为政治或经济利益，人们可能会有意地调整无意识倾向。例如，在媒体盛行的民主国家中，在任何重大选举开始之前的数月，浅薄和愚蠢就会充斥于“新闻”，但是它们还是会起作用的。我们是如此沉迷于广告产业的产品，以至于我们不再注意到它们。可是，存在一个理由：这个产业2010年在世界范围内花费了近5000亿美元来影响消费者的购买决定。它起作用了！

另外，虽然法律和公众意识运动能够根除公然的歧视，但是要消解无意识偏见会更加困难。当你甚至都没有认识到存在需要改变的事情，你如何改变它们？

如果你不确信，那么考虑一下耶鲁大学约翰·巴奇（John Bargh）的实验，它揭示了社会启动的力量。在启动中，图画、声音或词语会影响后续刺激的加工。如果你与我合作并喊出我将命名的物体的颜色，那么我将证明启动。不要不好意思，试着大声命名这个颜色，你会感到惊异。开始：

空白纸是什么颜色？婚纱是什么颜色？雪是什么颜色？蛋壳是什么颜色？

现在，无须考虑，脱口而出这些问题的答案，“奶牛早餐喝什么？”

如果你像大多数人一样，你会想到或说是“牛奶”。只须一会你就将

认识到这完全是胡说。不断重复的“白色”触发或启动了与别的白色事物相关的神经元的活动以及——或许更严格地说——突触的活动。如果你当时被要求说出一种既与奶牛，也与早餐相关的饮料的名字，你就会自动地想到“牛奶”。

巴赫想启动大学生有关“无礼”和“有礼”的概念。他的方式是要求他们用一列词汇造一些句子，表面上是为了测试他们的语言技能。一组学生使用诸如“大胆的”“无礼的”“打扰”“侵扰”“无耻的”和“无礼地”等词语，而另一组使用相反意思的词语，诸如“尊重”、“耐心地”、“谦让”和“有礼貌的”。一旦完成，被试被告知在走廊上寻找第二个测试的实验者，但实验者假装忙着与一个同伙谈话，所以被试必须等着。

巴赫及其同事暗自计算他们被启动的志愿者多久会打断这个谈话。由礼貌词语启动的学生有着令人惊讶的耐心，等待超过九分钟才打断谈话，反之无礼的那一组仅超过五分钟就插嘴了。所有参与者都丝毫不怀疑：词语测试影响了他们等待的时间。这个实验的结论是你听到或使用的词语塑造了你的行为，但这个结论对我祖母而言根本不是新闻，她总是反复地说：踮着脚走路，带着小礼物，礼貌会以默默的方式带来回报。

这个技术的一个变体是测量与老年人相关的偏见。巴赫让志愿者使用一些词语，这些词语会触发被测者关于老年人的刻板印象，诸如“年迈的”“孤寡的”“健忘的”“幽闭的”“满布皱纹的”“过时的”“无助的”；反之，一个控制组必须用中性术语组成句子。他探索老年偏见的巧妙方式是秘密地计算志愿者从测试地点走到电梯（约10米的距离）要多长时间。以“老年”概念启动的学生花了8.28秒，比没有接触与年老相关词语的那组费时长出1秒，这是一个小而真实的结果。实验者没有暗示学生那些词语迫使他们走得更慢。如果无心地阅读与你没有直接关系的词语会使

你慢下来，那么如果一个朋友或配偶告诉你你正在衰老，你的反应会有多强烈呢？所以说话要委婉些。

自助运动坚持认为，拥有积极乐观的态度会产生重要影响。尽管往好处想不能治愈癌症，但它会塑造你的行为，这就是为什么我乐安其居和乐行其事的原因。一般来说美国人，尤其是自己主动选择移民到西海岸的群体相信，只要有足够的愿望、汗水、奉献以及技术上的明智应用，那么几乎任何事都是有可能实现的。我赞同这种进取的态度。倾其所有，虽败犹荣；因惧于败而畏于行者，则人性之大谬矣。

无意识加工的一个显著方面是，它的存在受到许多人（包括年轻时代的我）的竭力否定。这类本能的防卫反应在学者中尤其强烈，因为他们认为自己比他人更客观、更公平、更公正。作为一个群体，教授们在录用和指导学生时会竭力弥补性别和种族偏见。但当涉及政治和宗教时，学者却相当不宽容，他们将持有这方面意见的边缘人物看成保守派或虔诚的信徒。他们对大多数宗教（尤其是对基督教）毫无顾忌地蔑视是如此普遍，以至于许多学生在表达任何宗教情感时都会感到很不安。

你或许有两个理由反对无意识的重要性。第一，因为接受它意味着失去控制。假如你在此并没有做决定，那么是谁呢？你的父母？（你如此热衷于消费其产品的）媒体？你的朋友和同行吗？第二，因为（根据定义）你没有觉知到无意识的偏见，因此你并不知道你有无意识的偏见。你不会回忆起你暗中根据肤色、性别或年龄对某人做出的评判。当有人指出这样一个事例时，你会想出许多含糊的似是而非的理由来解释为什么你以这种方式判断那个人，但你歧视这个人的想法不会在你那里出现。虽然有点离奇，但这就是心智的工作方式。

为了强调这一点，让我告诉你关于选择盲的事例。瑞典伦德大学

（University of Lund）的100多名学生必须比较年轻妇女的两个头部特写。实验者在手里并排地各拿一张照片，学生们必须在几秒钟内决定哪一张看上去更具吸引力并指出来。然后照片被暂时移出视线。旋即，再次给学生展示他们认为是更漂亮的那张脸，并要求他们解释他们的选择。在一些实验中，实验者在要求学生解释他的选择之前，使用花招交换了图片。尽管两张照片中描绘的女子完全不同，但大部分人都上当了。只有1/4的学生发现，照片已被交换，他们看的照片不是刚才他们挑选的照片（在这些情况下，实验立即停止）。其他的学生愉快地证明他们“选择”的合理性，即使这与他们仅在几秒钟之前做的决定相矛盾：“她容光焕发。我在酒吧更愿意接近她而不是别人。我喜欢耳环”即使他们选择的这个妇女看上去庄重且没有佩戴耳环。

选择盲不仅与约会相关，而且与整个生活相关。你通常并不清楚为什么你会做你发现自己正在做的事。可是解释的冲动是如此强烈，以至于你迫不及待地编造一个故事，证明你的选择是合理的，你正在进行虚构但却没有认识到这一点。

一些心理学家持有这个观点：封闭的但功能强大的脑拥有巨大的加工资源，这些资源可以任其进一步使用。他们认为当你必须做出需要平衡许多竞争因素的决定时，无意识加工实际上优于有意识思考。考虑一下租赁哪种公寓，这取决于许多因素：租金、有效期限、大小、位置、合同期限、房间情况，等等。根据无意识思想理论，你获取所有相关房屋信息之后，在决定租哪处房屋之前，你并不会试图再次衡量它们，而是转移你的注意，例如通过解决一个字谜游戏。不要为这问题过度操心，想点别的事情，你不可见的脑会为你解决这个问题。

这类建议吸引了大量的公众监督，并且承诺能获得潜意识心智的巨大力量。可是，其中的许多实验相当“软”，统计显著性比较低并且没有

显著的控制组。在对人的研究中这类缺陷是固有的，因为他们的遗传、环境、饮食、身体活动等都很难恰当控制。对这些数据更谨慎的阅读是：形成一个快速印象并做出一个有意识的决定，这要好于事后无休止地猜测对那个第一印象的评价。做出决定，相信你自己并坚持下去。

基于方法论和理论上的原因，我同样怀疑研究者所宣称的无意识的优越性。如上所述，历史上有很多灾难性后果的例子，它们恰恰是人们所普遍接受的无意识偏见造成的。现实生活的决定总是掺杂着有意识和无意识的过程，当然一些决定更依赖于有意识或无意识。一些令人信服的证据表明：人们可以成功地解决“如果-那么”这类命题的推理，复杂的符号操作或意外事件的处理，而无须进行有意识的深思熟虑的而又耗时、让人眉头紧锁的思考，否则我们都会成为爱因斯坦。这个结论与千年的传统教诲也是一致的，它要求在做出任何重大决定之前要进行自我检查，要进行理性的、冷静的思考。

无意识无处不在的影响对我的探索意味着什么？

当你醒来了，你的意识需要几秒钟时间才能启动。一旦你适应清醒状态，意识就提供了一个与令人炫目的丰富世界相接的稳定界面，在这个界面上不会出现经常要脑重启的那种没有任何反应的或者令人恼火的蓝屏死机的状况。像任何友好的界面一样，真正的工作往往发生在这个界面之下。这些工作的过程多种多样，它们捕捉来自眼睛的反射光线，从而形成有关一位美丽女子的知觉印象。

理解无意识的重要性是心理学和神经科学正在面临的一个挑战。它对理解你的生活也是必要的。因为如果没有自我检查，如果不理解你的行动并非完全出自深思熟虑的有意识的选择，那么你就不可能使自己进

步。我们在此评论的材料绝没有暗示：无意识具有巨大的迄今未被开发的力量，以至于可以由它来解决爱情、家庭、金钱或职业的问题。那些问题只能由深思熟虑的训练有素的行为和经年养成的习惯来处理，这可是一个让人讨厌的消息，几乎没有人想听。

我的研究是为了理解意识而不是理解缺乏意识的状况。无意识加工远不及意识神秘，毕竟它是计算机也能做到的事情。意识如何进入世界，这仍然是个谜。然而，对我的探索而言，广泛存在的僵尸行为以及无意识的欲望和恐惧是非常重要的，理由有三。

首先，它引起了一种担心，即我的工作可能有些本末倒置。如果潜心智的领域（即非意识）是如此包罗万象，那么脑及其活动的大部分或许与意识完全无关。

这是真的！我一直竭力指出：视觉意识的神经相关物不在脊髓、小脑、视网膜或初级视皮层中。我怀疑，皮层的高级视觉区和前额叶区中的大多数神经元都是配角。或许仅仅是那个将前皮层区域、后皮层区连在一起的薄薄一层的远程锥体神经元的神经带才是形成意识内容的原因。如果非要给出一个数字，那么我猜测，在任何给定时间只有极小比例的神经元活动与有意识的知觉印象的建构有直接关系。对意识而言，那些永不停歇的神经元活动（它们往往是脑健康和清醒的标志）中的绝大部分只起一种次要的作用。

万一你觉得这难以令人置信，那么考虑一下意识的底层机制与那些支撑遗传的机制之间的如下类比（如同许多类比一样，这个类别是不完美的）。一个细胞向其后代传递信息的分子过程（包括复制、转录、转译）涉及数百个奇特的生物化学小体，如DNA、tRNA、mRNA、核糖体、脚手架和中心体，不一而足。可是，装配一个细胞的详细指令（即

蓝图）是在DNA的单一双链分子内发现的，每个细胞是由数百万计的极长且稳定的分子组成的。而在其序列中一个单一的拼写错误会一路下来造成严重的后果。意识的底层机制可能有同样的特性。敲除皮层-丘脑神经元联合体中的任何一个成员，可能会对相关的有意识知觉印象或想法造成微小的扰动。

其次，对于意识研究者而言，僵尸行动者使生活变得更困难，因为它们迫使我们将行为与意识分离：有目的的常规的快速行动本身并不意味着感觉能力。当某人进入病房时，一个受伤严重的病人转动了一下眼睛，仅仅凭此一点并不能判定她具有情境觉知。这同样适用于早产儿、狗、老鼠和苍蝇。一个人的刻板行为不能保证他具有主观状态。要判定有机体具有现象体验，还需要更多的东西。

最后，僵尸惯例的普遍存在缩小了意识的神经相关物这个问题的范围。到底真正的差异在哪里？正如米纳尔和古德尔宣称的那样，它仅仅是大脑皮层的恰当区域被激活的这样一个简单问题吗？是背侧区服务于无意识行动，而腹侧区服务于有意识视觉吗？抑或二者都涉及相同回路，差别只在于加工模式吗？

弗朗西斯和我认为，短暂的神经活动（即迅速地离开视网膜，穿过皮层的视觉-运动区并传播到运动神经元的神经活动）对于意识是不充分的。它需要皮层-丘脑神经元的一个单一的联合体，这个联合体建立起主导权并暂时维持自身，这类似于物理学中的驻波。我在第9章会谈论的一个论题是工程小鼠阻止主导联合体形成。

我在《意识探秘》（The Quest for Consciousness）（2004）中故意回避了心-身问题的一个关键方面——脑在其行动中有多少自由的问题，现在让我进入这个问题。自由意志是一个不同寻常的哲学主题，其

根源可以回溯到古代。这是一个我们每个人早晚都会面对的主题，令人惊讶的是，这个问题的一个关键方面被归结为知觉意识的问题。对我而言，这构成了形而上中最具争议之一的问题中的一个主要进步。

第7章

在这一章，我将不顾警告，谈论自由意志（《尼伯龙根指环》（Der Ring des Nibelungen））和物理学中的决定论，解释心智的选择能力为什么是贫乏的，证明你的意志晚于你的脑做出的决定以及自由只不过是感受的另一种表达。

你看，只有一个常数，一个共相。它是唯一真正的真相。因果性、行动、反应、原因与结果。

——《黑客帝国2：重装上阵》（2003年）

在宇宙的一个遥远角落，在一颗小小的蓝色行星（此行星受重力作用围绕银河系中不合群的外层空域中一颗孤零的恒星旋转）上，有机体在经过历史诗般漫长的生存斗争后，从原始的泥浆和淤泥中产生。尽管所有的证据是相反的，但这些两足生物认为自己在包含一万亿颗恒星的宇宙中具有非凡的特权，占据一个独一无二的位置。它们如此自负，以至于相信它们，而且只有它们，才能逃避统治一切的铁一般的因果律。它们能够借助它们所谓的自由意志的东西，即允许它们做事情却无需任何物质的原因，来完成这一点。

你能自由地行动吗？你能做和说一些不是由你的秉性和环境的直接后果造成的事情吗？你是自愿地选择阅读这本书吗？这种感觉就像在面对多种选择（如吃午饭或给朋友发短信）时，你会自愿地做出浏览这本书的决定。但是那是故事的全部吗？不存在影响你的外在原因吗——老师在班上留的阅读作业或一位称赞这本书流畅风格的朋友？你可能认为这些原因是不充分的，还有一些因素——你的意志一定会介入。可是预定论（predestination）的学说以及它的世俗的表亲即决定论，决定你不

能以任何其他方式行事。在这个问题上你没有真正的选择，你不过是与绝对暴君签下终生契约的一位劳工。你从来没有午餐的选择权，并且从一开始就注定会阅读我的书。

自由意志问题并不仅仅是哲学上的玩笑，它以其他形而上学问题少有的方式引起了人们的兴趣。它是责任、赞扬和批评、对你做的（不管是好还是坏的）事情做出判断等这类社会概念的基石。最终，它关系到你在多大程度上能控制你的生活。

你与可爱的伴侣相爱地生活在一起；一次偶然的机会你与一个陌生人的邂逅，即使这次邂逅仅仅持续几个小时，但这也会足以颠覆你的生活。你开始怀疑原来的一切，你出轨了。你在电话中讲了好几个小时，来倾诉内心深处的秘密，你开始了一段风流韵事。你在恋爱，爱情是一种让人陶醉的强大的情绪力量，它带有许多强迫症标记。你很明白，从伦理的观点看出轨是不对的，它会给许多人的生活造成严重干扰，无法确保未来的幸福，可是你内心的某些东西却渴望改变。

这类能够给生活带来巨大变化的选择使你面临一个基本问题，即在这件事上你真正拥有多少发言权。你并不是仅仅按照演化指令（即DNA的古老舞曲，它总是寻找自身新的繁衍途径）来行动吗？你的荷尔蒙、你的耻骨区留给你任何自由了吗？你当然感觉自己原则上能斩断婚外情并重回家庭。尽管尝试多次，但不知怎地你却从未真的这样做。你明明知道，如果你驶向这个处于风暴眼的危险地带，那么带你安全行驶多年的婚姻之船就会被彻底摧毁。

自由意志是一个学术雷区。学者已经提出一些晦涩难解的论证，对任何可想象的立场表示支持或反对。就我对这些问题的想法而言，我不会考虑几千年来那些滔滔不绝的哲学争论，而是聚焦于物理学、神经生

理学和心理学所提出的看法，因为它们为这个古老难题提供了部分答案。

自由的强立场与实用立场的细微差别

让我先从一个自由意志的定义开始：如果在同等情况下，你原本能够以其他方式作为而你却没有这么做，那么你就是自由的。同等情况不仅指相同的外部条件，也指相同的脑状态。这就是强自由意志主义者的立场或笛卡尔式的立场，因为它是由笛卡尔清晰表述的，我们会一再谈笛卡尔。具有大写字母“W”的意志（Will）是实在的事物。

想想“黑客帝国”（The Matrix）中的图像场景，在这个场景中尼奥（Neo）必须做出是否咽下墨菲斯（Morpheus）给他的蓝色或红色药丸的决定，蓝色药丸承诺带来极乐无知的状态，红色药丸承诺带来对黯淡现实的痛苦清醒。尼奥做出吃红色药丸的自由选择意味着他也能够同样容易地做出吃蓝色药丸的自由选择，而吃蓝色药丸会剥夺我们在近期所看的最吸引人的电影之一的记忆。强意志暗示，尼奥原本可以选择蓝色药丸，即使他的愿望、恐惧和想法（即在他的脑和环境中的一切）与做出红色选择时完全相同。

最近，我在为洛杉矶联邦地区法院的陪审团服务。被告是街头帮派中一个有大量纹身的成员，他走私和贩卖毒品并被指控谋杀了一名帮派成员，向其头部开了两枪。尽管这次审判使我中止自己的工作，去聆听法庭的呈堂证供，但大大地开阔了我的视野。它以令人毛骨悚然的细节揭示了围绕枪支、毒品、现金、尊重和名誉的帮会生活。我的家庭、朋友、同事和我生活在一个受到爱恩惠和荫庇的世界，但街头帮派成员生活在一个与我们的世界相平行的世界中。这两个世界，相隔不过几里，

却彼此隔绝。

这个罪行的背景是由执法机关、亲属、现在和以前的帮派成员一起铺设出来的，他们中的一些人作证时戴着手铐、脚镣，穿着鲜橙色的囚衣，我思考着塑造被告的个人和社会的力量。他曾经拥有笛卡尔式的选择吗？他所处的充满暴力的成长环境使他不可避免地要杀人吗？幸运的是，陪审团并没有被要求去回答这些无法解决的问题或去决定对他的惩罚。我们不得不超出合理的怀疑，决定他是否犯了被指控的罪行，他是否在特定的时间和地点射杀了一个特定的人，这就是我们所做的。

自由的这个强定义除了徒增最终没有结果的争论，其他毫无帮助，因为在现实世界中你不可能回到过去然后做不同的选择。正如古代的圣人赫拉克利特所言：“你不能两次踏入同一条河流”。可是这种笛卡尔式的意志观点是大多数平民百姓所信奉的，它与灵魂的想法密切关联。灵魂就像几乎无头的尼克（即格兰芬多学院（Gryffindor House）的幽灵）盘旋于脑之上，它自由地选择这样或那样的方式，让脑将其愿望实现，就像司机让车沿着这条或那条路行驶一样。

与自由的强想法相比的是一个更为实用的被称为“相容论（compatibilism）”的设想，它是生物界、心理学界和医学界的主流观点。如果你能遵循你自己的愿望和偏好，那么你就是自由的。决定论与自由意志可以共存，它们彼此相容。只要你不是处在内在强制的痛苦挣扎中或者你不是在其他人或力量的不适当影响下行为，那么你就是你命运的主人。一个想戒烟但又一次次点燃烟的长期吸烟者是不自由的，他的愿望被他的烟瘾所挫败。根据这个定义，我们中很少有人是完全自由的。相容论并没有诉诸于像灵魂这样的超凡脱俗的实体，相容论就是世间的全部。

正是这个罕见的人——我马上想到圣雄甘地——为了一个更高的道德目的能够坚定地连续几周克制进食。另一个以钢铁般意志进行自我控制的极端例子是1963年的佛教僧侣释广德（Thich Quang Duc），他为了抗议南越的专制政府而自焚。一些难以忘怀的照片记录下了这个事件，它们展示了一个20世纪最受认可的形象，这个事件的非凡之处在于释广德在其英雄行为中表现出的冷静从容。当火光吞噬了他，在他被烧死的过程中，释广德始终保持着冥想的莲花坐，没有颤动一下肌肉或哼一声。

对于我们中的那些在点餐时尽力避免要甜点的人而言，自由始终是一个程度问题，而不是一个我们确实拥有或未拥有的绝对的善。

刑法认可减轻刑事责任的案例，在这些案例中被告不能自由地完成他们的选择。当丈夫抓到妻子及其情人的现行时，他在一怒之下打死妻子的情人，这个罪行要比他数周后以冷静、预谋的方式伺机报复杀死对方的罪责要轻。以冷血方式射杀60多人的妄想型精神分裂症患者，会“由于精神错乱”被判“无罪”，但要被监禁在精神病治疗机构。如果没有这种情有可原的情形，那么人们会认为被告应该接受审判。当代社会和司法系统就是以自由的这样一个实用的心理的观点为基础的。

理查德·瓦格纳不朽的《尼伯龙根指环》包含四幕歌剧，它的主题关注命运与自由之间的冲突。歌剧中的英雄齐格弗里德（Siegfried）既无恐惧也不受社会道德观念的束缚。他穿行过火山带向布琳希德（Brünhilde）求婚，打碎了沃旦（Wotan）的长矛，完成了对神的旧世界秩序的摧毁。齐格弗里德不遵循法律而是遵循他内心的欲望和冲动。他是自由的，但他行事盲目，并不理解自己行动的后果。（齐格弗里德的杏仁核可能有损伤，因为他不知道恐惧，而他的腹内侧前额叶皮层也可能受损了，这使他丧失了做决策的能力。基因和遗传因素促成了他功

能失调的行为：他的父母是兄妹，他作为孤儿由一个孤独看门人——一个迷恋囤积黄金，好争论的侏儒，在远离人烟的德国森林深处抚养长大。因为缺乏社交技能，这最终导致他谋杀了哈根，一个他信任的朋友。）接下来是歌剧的女主角布琳希德，她通过自我牺牲自由而有意地开辟了人类的这个新世纪。这个戏剧被认为是曾经创作过的最非凡的、结构丰富的以及多线条的音乐作品之一。从相容论者的观点看，齐格弗里德和布琳希德都是行动自由的。

但是我想进行进一步的研究以揭示这类“自由”行动的潜在原因。你的日常马拉松式的生活就是对选择的严酷考验，诸如穿什么衬衣，听什么电台，点什么菜，等等。我在第7章提到的证据应当使你警觉：你的大部分行动避开了有意识的内省和控制。你的自由受习惯和过去所做的一贯选择的限制。引导你意识流的根本因素是由家庭和你在其中成长的文化塑造的。你“自由地”付诸行动的欲望和偏好似乎完全是被决定的！

相容论者的自由留下了让人不安的残缺，一个让人不得安宁的疑问。没有内部或外部的公然强制对自由而言当然是必要的，但是它并不能保证强意义上的自由。如果所有来自天性、教养和环境中随机因素的影响都被考虑到，那么还有人为因素的余地吗？难道你不是彻底地受这些限制的奴役吗？看来相容论是在弱化自由！我们的概念挖掘工作已击中了决定论的底层基石吗？

物理学对此必须说些什么呢？

经典物理学与决定论：钟表装置的宇宙

在人类不断理解宇宙的过程中，在1687年出现了一个高潮，当时艾萨克·牛顿发表了他的《原理》（Principia），阐明了万有引力定律和三

大运动定律。牛顿第二定律将施加给一个孤立系统（例如，滚动在绿色桌子上的一个台球）的力与它的加速度（即与其变化的速度）联系起来。这条定律有着意义深远的影响，因为它暗示在任何特定时刻构成一个实体的所有组分的位置和速度以及它们之间的力，不可改变地会决定那个实体的命运，即它未来的位置和速度。没有其他事物介入，没有任何其他事物是必需的。这个系统的命运是密封的，直到时间的尽头。

这个定律的“强制命令”适用于整个星空：从树上落下的苹果，绕地球运转的月球轨道或者环绕银河系中心的数以亿计的恒星，牛顿定律支配着宇宙中的一切。如果我知道这些力和系统的当前状态——物理学家用以说明系统的所有组分的精确位置和速度的速记，那么我就能告诉你在未来任何时间点上那个系统的状态。

这是决定论的精髓。当行星围绕太阳在其轨道上运行时，只要作用于它们的所有力都被恰当地计算在内，它的质量、位置和速度完全决定了从现在到1000年、100万年、10亿年后它们的位置。如果宇宙被视为一个整体，那么牛顿定律也会占据支配地位。人们可以在法国数学家皮埃尔·西蒙·德·拉普拉斯（Pierre Simon de Laplace）那里找到这个概念跳跃的最雄辩的支持者，他于1814年写道：

我们可能将宇宙的现在状态视为其过去的结果和其未来的原因。如果一位智者在某个特定时刻知道使自然处于运动的所有力以及知道构成自然的所有成分的位置，并且如果他还有足够的能力分析这些数据，那么他能将宇宙中的最大物体和最小原子的运动纳入一个单一的公式中；对于这样一位智者，没有什么是不确定的，而未来就像过去一样呈现在他的眼前。

宇宙，一旦处于运动中，就像一个钟表装置，不可阻挡地按其路线

运行。对于一个无所不知的超级计算机，未来昭然若揭。不存在超出物理定律规定之外的任何自由。你对付内心恶魔的所有努力，不论好坏，都是零。当宇宙一开始被上好发条时，你未来行动的结果已被规定了。

11世纪波斯的天文学家、数学家和诗人莪默·伽亚谟（Omar Khayyam）在他的《鲁拜集》（Rubaiyat）中坦率地写道：

人称天宇即是覆碗，
我们匍匐在此生死，
莫举手去求它哀怜——
它之无能犹如你我。

在19世纪的最后十年，人们发现宇宙这个巨大机器并非如预想的那样是可预测的，其中的第一个发现来自法国数学家昂利·彭加莱（Henri Poincaré）。不论真伪，数字计算机揭示了确定性混沌，这个发现彻底粉碎了“未来是可精确预测”的观念。气象学家爱德华·洛伦茨（Edward Lorenz）在描述大气运动的三个简单方程式时发现了确定性混沌。当他从只有微小差异的初始值开始时，计算机程序预测的解却相差很大。这是混沌的标志：方程式初始点中的无限小的扰动会导致极其不同的结果。洛伦茨杜撰了“蝴蝶效应”这个术语，用它来表示这种对初始条件的极端敏感性：蝴蝶翅膀在大气中的煽动所产生的涟漪，人几乎感觉不到，但最终却在别的地方改变了龙卷风的路径。

股票市场是混沌系统的一个好例子。轻微的扰动——一个关于董事会议室冲突的流言或遥远地区的一次罢工——能够以不可预测的古怪的方式影响公司股票的命运。混沌也是精确的长期的天气预报无法实现的原因。

牛顿和拉普拉斯将宇宙视为钟表装置，用以描述这种宇宙装置的典型学科是天体力学。行星庄严地穿越引力测地线，它们的运动是由形成

太阳系的星云通过最初旋转推动的。因此，当20世纪90年代计算机建模证明冥王星有一个混沌轨迹而这个轨迹具有数百万年的发散时间时，这个意外让人极为震惊。天文学家不能确定从现在起1000万年后冥王星（相对于地球的位置）是在太阳的这一边还是在那一边！

如果这种不确定性适用于有着相对简单的内部构成的行星——它在一个单一力（引力）的作用下运行于真空中——那么对于人、小的昆虫或一个精巧的神经细胞（它们都是由不可尽数的因素影响的实体）的可预测性而言，这又意味着什么呢？

考虑一下，将数百个基因完全相同的一群果蝇放在塑料管中，让它们一起处于12小时光亮-黑暗循环的环境中孵化和发育。即使在控制良好的实验室条件下，果蝇的行为也是变化不定的。实验者将果蝇放进迷宫，当它们接近一个分叉点时，一些果蝇去了左分支，一些去了右分支，还有一些转过身，掉头回去了，其他果蝇待在原地，无法决断。未来的生物学家将能够预测在这类情况下果蝇种群的行为，可是要预测任何个体果蝇的选择，你会发现这如同预测一只股票的命运那样不可能，因为相同的根本原因，即确定性混沌。

然而，蝴蝶效应并没有使自然的因果律失效，它继续主宰着自然世界。行星物理学家并不十分确定从现在起冥王星在久远的未来会处在什么位置，但是他们确信它的轨道始终完全受重力束缚。混沌所瓦解的东西不是行动和反应的链条，而是可预测性。即使我们无法确定一周后分针和时针将指向哪里，但是宇宙仍然是一个巨大的钟表装置。

对生物学来说也完全一样。任何细胞器，诸如细胞的一个突触或细胞核，都是由悬浮于水溶液中的极其大量的分子组成。这些分子以一种无法精确理解的方式不断地彼此推挤和到处运动。为控制这个热运动，

物理学家依靠概率论这个工具。可是分子过程的随机性不是由微观尺度上决定论的瓦解导致的。不，因为一些实际的原因，要追踪极大量分子的运动是不可能的。在经典物理学定律下，毋庸置疑，如果给定所有分子的力、初始位置和速度，那么它们的未来状态将无情地遵循这些定律。

记住我的话：如果坚持物理决定论，那么就没有笛卡尔式的自由。宇宙中发生的一切，包括你的所有行为，是与生俱来的，所有事件都是预先注定的。你注定会观看专门因为你的兴趣而播放的电影，并且这种情况会持续一生。这个导演，即这些物理定律，对你恳求改变某单一场景的请求充耳不闻。

钟表装置宇宙的终结

宇宙的这个宿命论观点在20世纪20年代随着量子力学的诞生被决定性地改变了。量子力学是我们已有的在非相对论速度下对原子、电子和中子的最好描述。它的理论大厦具有惊人的预测力，是人类最高的智力成就。

对牛顿-拉普拉斯之梦——在我看来，这完全是一个噩梦——的致命打击是量子力学中著名的不确定原理，1927年维尔纳·海森堡（Werner Heisenberg）对其做了系统阐述。就如何同时测量粒子的位置和动量而言，这里存在一种不可还原的局限性（粒子的动量是其质量乘以速度）。在其最常见的解释中，海森堡原则指明了建立宇宙的方式是任何粒子，例如光的一个光子或一个电子，无法同时具有一个确定的位置和一个确定的动量。如果你确切地知道它的速度，相应地，它的位置就是不确定的，反之亦然。这个原则并不是说当前仪器还不精确（这可以通

过更好的技术来克服），相反，它表征了实在的真正构造。宏观的重的物体（如我的那台红色迷你敞篷车）在高速公路上以一个确定的速度运行时，在空间上占据着一个精确位置。但是微观事物（如基本粒子、原子和分子）则违反常识：你越精确地确定它们的位置，它们的速度就越不确定越模糊，反之亦然。

海森堡的不确定原理从根本上违背了经典物理学，其影响尚未完全显现。它以模糊性代替了教条的确定性。量子力学的最基础部分是一个被称为波函数的数学抽象概念，它以由薛定谔定律（Schrödinger’s law）所陈述的一种确定方式演变。根据这个定律，物理学家获得了任何给定事件的概率，例如一个电子占据一个氢离子的特定原子轨道的概率。概率本身可以被精确地计算到一种不可思议的程度，但是在任何特定时刻，电子的精确位置是不可能确定的。

考虑一下一个实验，它的结果是这个电子处在这里的概率是90%，而处在那里的概率是10%。如果实验被重复1000次，那么在大约900次试验（允许一点误差）中，电子会在这一个地方，否则会在那一个地方。可是这种统计结果无法判定在下一次试验中电子的位置。它很可能在这里或在那里，但它实际上最终在哪里是一个概率问题。阿尔伯特·爱因斯坦本人从未认可自然的这个随机方面。正是在这个语境中，他曾经给出过一个著名断言：“这个老人（即上帝）不掷骰子。”

当你仰望天空，这里存在着关于这种随机性的令人惊叹的证据。星系纵贯浩瀚无垠的太空，但并不是均匀分布的。它们聚集成稀疏细长的带状，散落在无迹可寻的空旷天幕中，这个巨大的空旷天幕让心智眩晕，一束光需要数百万光年才能穿越这样的深渊！我们自己的银河系是

处女座超星系团星系的一部分，它包括10万亿颗星星。

根据宇宙的膨胀理论，这些超星系团——宇宙中最大的天体结构，是由大爆炸后瞬间产生的随机量子涨落形成的，它们构成了宇宙。最初，宇宙比针尖还要小，且在开始的时候被严格限制在这个质-能混合物中，事物在一边可能会稍微密集点，而在另一边可能会稍微稀薄点。当这个婴儿宇宙膨胀从而创造出空间本身时，它的量子印记被放大至现在观察到的这个大得惊人且不均匀的星系分布。

宇宙有一个不可还原的随机的特征。如果它是一个钟表装置，那么它的齿轮、弹簧和杠杆绝不是瑞士制造的，它们并不遵循预定的路线。物理学的决定论被概率的决定论代替了。不再有任何事物是命定的。量子力学定律确定的是不同的未来出现的概率而不是某一个未来出现的概率。

但是等等，我听到了激烈的反对。毫无疑问，人类体验的宏观世界建立在微观的量子世界之上，但是这并不意味着每一个物体（如汽车）都继承了量子力学的怪异属性。当我停下我的迷你汽车时，它相对于路面的速度是零。因为与电子相比，它非常重，因此实际上与其位置相关的模糊性为零。假设我忘记把车停在哪了，而且车没有被拖走或被偷，那么我将在停车的确定位置找到它。在我们生活的世界里，物体在短时间内的运行相当可靠，不可预测性要在更长的时间内才会悄然而至。

汽车有相对简单的内部结构。蜜蜂、米格鲁猎犬和男孩的脑则由相当不同的成分构成，且构造其脑的组分有着复杂的特性。随机性在它们神经系统的每一处都是明显的，从处理视觉和听觉的感官神经元到控制身体肌肉的运动神经元。

考虑一下我在第5章中谈到的那种概念神经元。病人每次看到珍妮

弗·安妮斯顿的照片时，概念神经元就变得兴奋，并在半秒内激发5个动作电位。然而，从一个观看活动到下一个，动作电位的确切数目会改变，在一个试验中是6个脉冲，在下一个则是3个。导致这个变化的原因在于有些来自眼的颤动、心脏的跳动、呼吸，等等。不可预测性的其他来源被认为是来自不停振动的水分子和其他分子，也就是我们称之为温度的热运动，它完全受经典物理学控制。

生物物理学家，即研究蛋白质和双脂膜层次细胞结构的专家，总体来说并没有看到量子涨落对神经元的生命产生关键作用的证据。神经系统，像其他事物一样，遵守量子力学定律。可是所有这些到处乱串的分子的集体效应消除了量子的任何不确定性，该效应被称为退相干（decoherence）。退相干意味着我们可以通过彻底的经典确定性定律，而不是量子力学的概率定律来看待分子的生命。如果是这样，那么人们观察到的行为的不确定性，以及在野外预测蜜蜂、米格鲁猎犬和男孩的行为的实际不可能性，取决于我们能在多大程度上精确地追踪事件进程的经典限制，而对这种经典限制我们有着非常充分的理解。可是我们不能排除量子不确定性也会导致行为不确定性的可能性，并且这种随机性可能扮演着一种功能作用。比起那些其行为完全可预见的生物体而言，任何偶尔能够以不可预测方式行动的有机体更可能找到猎物或逃避捕猎者。如果一只在房间中被捕猎者追捕的苍蝇在飞行中出乎意料地突然转弯，那么与行为更可预测的同伴相比，它更可能活到明天。因此，演化或许会更喜欢这样的回路，它会为特定的行动和决定而利用量子随机性。脑深处随机量子涨落的结果被确定性混沌放大了，因此这有可能产生不可测量的结果。蜜蜂、米格鲁猎犬和男孩以不规律的方式行事，但却没有任何明显的原因。如果你生活在它们周围，你就会知道这一点。量子力学和确定性混沌都导致了不可预测的结果。

杜鲁门·卡波特（Truman Capote）的《冷血》（In Cold Blood）记录了这种自发行为的一个令人恐惧的例子。这是一个真实的犯罪记录，一天晚上两个有前科的人破门而入进行抢劫并残酷地杀害了农夫、他的妻子和他的两个孩子。残忍地谋杀一家人的决定并不是预先计划的，而是在现场才做出的，就像记录的那样，这个过程没有任何扣人心弦的预谋。罪犯原本可以轻易逃走而不犯下这种滔天罪行，后来他们因这一罪行被绞死。生命中的关键决定有多少是由未受指使的欠考虑的令人费解的行动（正如众所周知的抛（量子）硬币）决定的？

非决定论有着深远的影响，它意味着人类的行动无法被预言。虽然宇宙以及其中的任何事物都遵守自然法则，未来世界的状态却始终是模糊的，我们向前看得越远，不确定性就越大。

就个人而言，我认为决定论是令人讨厌的。你此时此刻阅读我的书其实在大爆炸那一刻就注定了，这种观点让我有一种完全无助的感受。（当然，我个人在这件事上的感受对世界之所是无关。）

尽管非决定论并没有说我能否起作用，我能否启动我自己的因果作用的链条，但它至少确保宇宙以不可预测的方式展开。

心智针对一个量子事件而实现另一个量子事件的自由是有限的

罗马诗人卢克莱修（Lucretius）在《物性论》（De rerum natura）中宣称了他的著名“转向”（即原子的随机蠕动），从而保证——按他的话来说就是——“意志将不受命运蹂躏。”可是非决定论并未向真正的自由提供安慰，它没有取代自由意志。当然，我的行动是被引起的，因为是我让它们发生的而不是因为偶然才发生的。将决定论的确定性换成随

机的模糊性并不是笛卡尔的想法。心智的自由意志论的设想要求心智能控制脑，而不是脑在任性地做决定。

这是如何出现的呢？对此一个经常被引用的解释可以追溯到量子力学的建立时期。它假定，在意识与许多量子事件中哪个事件实际出现之间存在一个紧密的关联。这个想法是：要使量子力学所处理的概率塌缩为一个或另一个实际结果，那么有感觉能力的人类观察者（人们还从未考虑过猴子是否也会成为观察者）在这个转变过程中是必需的。这个声名不佳的测量过程已经引发了大量文献参与讨论。

最近，争论集中于纠缠方面，即这个已经被明确证实的观察：某些精心准备的量子系统，不管它们分开多远，仍然保持着神秘关联。纠缠的量子系统，诸如具有反方向自旋的彼此离开的两个电子或两个偏振光子，始终是相关联的，不论它们相隔多远（在其间只要它们不与其他任何事物进行交互作用）。一旦一个电子的自旋被测量了，另一个电子的自旋也会即刻被决定，即使它们可能相距1光年远。这很奇怪，但却是真的。物理学家罗杰·彭罗斯（Roger Penrose）、麻醉学家斯图尔特·哈梅诺夫（Stuart Hameroff）以及其他学者推测这种超世俗的非定域性与意识密切相关。一些佛教（佛教是一个更为古老的传统）派别也认为：客体与主体不可避免地连接在一起，而意识是物理世界的一个根本特征。

但是在生物系统中存在这种量子力学效应的证据吗？到目前为止，答案完全是否定的。2010年，享有盛誉的期刊《自然》发表了一篇文章，它的主题是测量在室温下进行光合作用的一个蛋白质内的量子力学电子的相干性。这种相干性效应可以延伸到1米的50亿分之一以上，通常能使光合作用非常有效地将阳光转变为有用的能量。相干性以概率来表示，概率表明当被捕获的光子从一个分子运动到另一个分子时其能量

是如何转变的，它遵循量子力学的定律而不是经典定律。相干性是否在脑本身的核心运作中发挥作用，这一点人们尚不知晓。至少现在还没有证据表明，神经系统——一个与其环境进行强耦合作用的温暖湿润的组织——的任何分子成分展示了量子纠缠。

一般而言，生物物理学反对稳定的量子纠缠。两个运作构成了神经元信息加工的基础：一个是突触上的化学信息从一个神经元传输到另一个神经元，另一个是动作电位的产生。每个运作都可能破坏相干的量子态，因为这两个运作要么涉及数百个神经递质分子在突触间隙中的传播，要么涉及数百个离子蛋白通道沿着神经元膜的延伸改变其构型。神经元发放的动作电位只能接收和发送经典信息，而不是量子信息，即在每个时刻，一个神经元要么产生一个二进制脉冲，要么不产生。因此，神经元从不处于叠加态：它从来没有处于既激发又不激发动作电位的状态。

哲学家卡尔·波普（Karl Popper）和神经生理学家约翰·埃克尔斯（John Eccles）是灵魂的两位现代捍卫者。波普是一位著名的科学和政治学哲学家，埃克尔斯是发现突触传递的全-或-无性质的先驱，他因他的研究在1963年获得了诺贝尔奖。因此，他们不是你认为的典型怪人——喋喋不休地瞎扯着量子力学的薛定谔猫，纠缠和万物互联性。

波普和埃克尔斯认为：通过操作皮层区中与运动计划相关的神经元彼此交流的方式，有意识的心智将其意志施加于脑。通过促进某一处神经元间的突触通信以及抑制另一处的神经元间的突触通信，心智将其意志施加于物质世界。对于相信强意志的人而言，波普-埃克尔斯理论是有吸引力的，因为它使宗教观点与科学立场相一致。

但是这个提议在物理根据上是合理的吗？

不，如果它要求心智强制脑执行一些物理行动，那么它就是不合理的。像一个敲击作响闹恶作剧的鬼一样，心智必须搞得隆隆作响并用力拉拽突触，这就是做功，而做功会消耗能量，即使是调整突触传递所需的这点微小支出也必须在自然的资产负债表中列出。物理学不允许任何例外。能量守恒原则已被检测过无数次，且一直是赢家。

如果心智确实是转瞬即逝的、不可言喻的，像幽灵或精神那样，它就不能与物理世界进行交互作用。它不能被看见、听到或感受到，而且它当然不能使你的脑做任何事。

对于自由意志主义者这种类型的自由选择而言，唯一真正的可能性是心智实现这一个量子力学事件而不是另一个，正如薛定谔方程式所规定的。例如，在特定的时间点和特定的突触上，两个量子力学状态的叠加出现了。有15%的机会突触会切换开关，从而穿过突触间隙（它的作用是将两个神经元分开）发送化学信号，而有85%的机会突触不会切换开关。可是这个概率的计算不足以决定在某个动作电位到达该突触的下一刻将发生什么。所能说的一切就是或许任何释放都不会发生。（突触切换的这个非常低的概率是神经系统的一个特征还是一个错误？神经科学家对此仍茫然不知；即它是促进了一些功能呢，还是它是将10亿突触包装为一立方毫米的皮层组织后的一个不良后果呢？）鉴于我们当前对量子力学的解释，波普-埃克尔斯的心智可能利用了这种特质的自由。心智可能无力改变这些概率，但是它能决定任何一个测试发生什么。心智的行动将始终是隐秘的，因为如果我们考虑许多测试，那么没有任何不同寻常的事情会发生：唯一可期望的是自然定律所允许的东西，有意识的意志只能在物理学所约束的世界中发挥作用，它与机遇难以区分。

如果这些思辨的方向是正确的，那么这将是赋予有意识心智的最大自由。这就像在刀刃上保持平衡一样，任何一点轻微的扰动都会造成影

响。但是如果一个结果远比另一个更有可能性，那么有意识心智的轻微声音就显得更无关紧要了，以至于不可能战胜可能性（因为从能量的观点看，不太可能的结果也不太可能得到支持）。这是微薄的、贫乏的自由，因为只有当结果的可能性或多或少是相等时，心智的影响才有效。

非专业人士和神秘主义者都相当喜欢这一假说，即量子力学的古怪行为必定以某种方式为意识负责。这一假设除了将宇宙中神秘事物的数目从2减少到1，我们根本不清楚会从中获得什么。即使我们接受量子纠缠在某些方面是意识的关键，但量子纠缠如何解释心-身问题的任何一个具体方面呢？它如何解释脑物质的激活转变为现象体验呢？

作为对行动的事后想法的意志

让我们回到坚实的基础上来，我会告诉你一个让许多人确信自由意志是错觉的经典实验。在20世纪80年代初，旧金山的加利福尼亚大学的神经心理学家本杰明·里贝特（Benjamin Libet）设计和实施了这个实验。

脑和海有一样东西是相同的：两者都处于永不停止的骚动中。将这一点可视化的一种方式是使用脑电图扫描仪（EEG）记录头皮外部电位的微小波动，这些电位的大小是1伏特的百万分之几。与地震仪的记录活动一样，这个EEG会跟踪上下起伏的密集波动，记录大脑皮层下看不见的振动。不管被试何时想要移动一下手臂，一个缓缓上升的电位就会逐渐出现，它被称为准备电位，因为它比实际开始的运动早一秒。此外，还存在一些其他的EEG特征，但为了简单起见我只考虑准备电位这个特征。

直觉上，导致一个自愿动作的事件序列一定是这样的：你决定举起

你的手，你的脑将那个意图传递给负责计划和执行手运动的神经元（它们电活动的微弱回音就是准备电位），而那些神经元将恰当的指令传递给收缩手臂肌肉的脊髓中的运动神经元。心智做选择而脑行动。当我反思这个事件序列时，我感觉这很好理解。我的心智决定去跑步，我的脑给出恰当的指令，然后我就去寻找运动鞋，但是里贝特却不相信。难道下述情形不是更有可能：心智与脑同时行动，或者甚至脑在心智之前行动吗？

里贝特着手对一个人做出谨慎决定这种心智事件进行计时，并将它开始的时间与物理事件、准备电位的开始时间进行比较。如释重负——在几千年来令人疲倦的哲学争论之后，问题终于设法得到了解决。实验棘手的部分是确定心智动作发生的确切时刻，我向你挑战的一点是：你确定一下你最初感到要举手这个愿望的确切时刻，这并非易事。

为了帮助他的被试，里贝特将一个明亮的光点投射到老式的绿色示波器屏幕上。这个光点一圈又一圈运动，就像钟表上分针的针尖。每个志愿者坐在椅子上，头上戴着EEG电极，他们必须自发地，但却是有意地弯曲他们的手腕。当他们觉知到想要进行动作的这个愿望时，他们就弯曲手腕，同时注视光点的位置；为了让自己确信志愿者对神经事件的主观计时是准确的，当他们的手腕实际开始弯曲——这是一个可以通过记录他们肌肉活动而客观确定的时间点——时，里贝特让他们在一个独立的实验中做记录。这些被试做得相当好，主观计时先于实际开始的动作仅80毫秒。

该结果告知我们一个清晰明确的事实。准备电位的开始至少先于有意识的运动决定半秒，而且通常会更久。脑的动作先于心智的决定！这完全颠倒了有关心智因果作用的根深蒂固的直觉：脑和身体仅仅在心智对它们施加意志之后才做出行动。这就是为什么这个实验是——且仍然

——充满争议的。这几年这个实验不断被重复和精细化——这个实验的脑成像版本最近才被报道——而它的基本结论维持原状。

在脑深处的某个地方，可能在基底神经节中，少许钙离子簇开始靠近突触前膜（presynaptic membrane），这时一个单个的突触囊泡被释放，它跨越阈值，从而产生了一个动作电位。这个孤单的脉冲射进那些侵入前运动皮层的峰值流中，前运动皮层被启动，并准备采取迅速的行动。收到这个前进信号后，前运动皮层通知运动皮层，运动皮层的椎体细胞将其具体指令向下发送到脊髓和肌肉。所有这些活动都是在认知前发生的。接着，调节自主感的皮层结构开始运作了，它产生“我刚决定运动”的有意识感受。对肌肉运动的计时与对肌肉施加意志的感觉几乎同时发生，但是实际的运动决定出现得更早，在觉知之前。

自主性，或这个有意识的意志体验

不利用EEG电极，现在你来重复这个实验，来吧，弯曲你的手腕。你会体验到你的最初运动计划、运动的意志活动以及实际运动三个联合在一起的感受。每个感受都有自己独特的主观性的标签。运动的意图首先出现，一旦你移动你的手，你将感受到所有权（是你的手在移动）和自主性。你决定移动它。如果一个朋友握着你的手并弯曲它，你将感受到你的手以一种特殊的方式（所有权）被转动，但是你不会体验到意图。你也不会感到需要对手腕的运动负责。如果你条件反射地用手撑到桌上并站起来，你将感受到自主性，但却几乎甚至根本没有意图。

在自由意志争论中一个被忽略的观点是：心-身关系创造了一个特定的自愿运动的有意识感觉，一个对“我对其施加了意志力”或“我是这个行动的创始者”的强烈体验。像其他主观体验一样，对意志活动的这个感受

也有特定的现象内容。它有一个感受质，这种感受质与品尝苦杏仁的感受质没有任何区别。

根据里贝特的实验，你的脑决定现在是弯曲手腕的好时机，这时准备电位就已经建立起来了。稍晚一点，自主性的神经相关物开始兴奋。你错误地将因果性归于这个感知印象。因为所有事件是在一瞬间——在1秒以内——发生的，因此要抓住它们并不容易。

自主性的感受不再是实际决定的原因，正如雷声不是闪电的原因。雷声和闪电显然有潜在的因果关系：雨云与地面之间电荷的增强导致电荷的均衡，而电荷的均衡引发了声波冲击波，我们现代人不会混淆这二者。想象你是一个克鲁马努人（Cro-Magnon），此时一道闪电击中了附近的一棵树，你几乎被雷鸣尖锐的爆裂声震聋，你闻到臭氧和树木燃烧的味道。那么你难道不会完全合理地将这个冲击归因于雷鸣吗（“天神发怒了”）？

但即使你有关意志施加于一个行动的感受并没有真正导致这个行动，也不要忘记仍然是你的脑采取了这个行动，而不是其他人的脑。仅仅可以确定的一点是：并不是你的有意识心智导致了这个行动。

这个结论仅仅适用于里贝特实验室的狭小范围吗？毕竟志愿者拥有的唯一自由就是决定什么时候移动他们的手腕或者——在这个基本实验的一个改变版本中——是否移动左手腕或右手腕。这类似于挑选两种相同的可乐罐，谁会关心你选哪一个？对于需要长时间深思熟虑的推理的这类更重要的行为而言，情况又会如何呢？你应该养一条小狗还是不养呢？你应该娶她还是不娶呢？所有这类关键性决定也都伴随这个先于选择的准备电位吗？目前我们并不知道。

所有感官都有可能被愚弄。科学家和艺术家称这些错误为错觉。自

主感的运行也并非完美，它也可能出错。因此，并非你所有行动都伴随自主性。熟练的僵尸行动（如手指在键盘上打字）会唤起微弱的意志体验或根本不会唤起，而其他行动需要意志的深入参与。你非常强烈地需要发挥你的意志——像内部肌肉一样——去克服攀爬裸露岩体时的恐惧。但是一旦完成这些需要意志的活动，你的身体无需任何进一步有意识的意志就能把事情处理得非常好。

在自动症（automatism）中，自主感可能完全消失。这些例子包括宗教仪式中的沉迷和恍惚、催眠后的暗示、显灵板游戏、用占卜杖探测和其他伪神秘现象。参与者竭力否认是他们使这些事件发生，相反，他们把责任归于遥远的神、精神或催眠师。

在你的生活中，尽管你远离超自然的实践，但你发现自己在做事情，可自己又不处在那个行动中。一个非常显著的例子是人们深陷于他们想要的东西的冲突中。强迫性赌徒突然发现自己身处赌场并相信今晚他将大赢一把，即使在某种程度上他“知道”当夜晚结束时，他将失去一切。强大的精神动力会起作用，这减少了对责任的感受。

心智疾病会导致一些明显的病态，它们会妨碍对意志的体验。其范围包括临床上的肥胖患者无法抑制过量进食；瘾君子转向卖淫和犯罪以满足他们的习惯；患妥瑞氏综合症（Tourette’s syndrome）的人，其身体会经常表现出猛的抽搐、抽拉和面部扭曲；强迫性神经官能症患者会经常洗手直到手被擦伤和出血或者当他们去卫生间时，不得不进行奇怪的仪式。患者知道他们所做的是不正常的，是“疯狂的”，但是他们无法阻止自己。显然，他们不总是他们行为的主人。

感染了原生生物刚地弓形寄生虫（Toxoplasma gondii）的啮齿动物也不再是它们行为的主人。健康的老鼠会故意避开有猫尿味道的地方，

被这种单细胞寄生虫感染的老鼠则丧失了对猫气味的天生厌恶，并且甚至可能被它吸引。对病鼠而言，失去了对猫的恐惧是一种不幸的变化，因为现在它更有可能被猫逮住并吃掉。但是对于原生生物而言，这的确是件大好事。因为当猫吞食老鼠时，这个讨厌的搭便车者便进入新的宿主体内，完成了它的生命周期（它们只能在猫的肠道中进行性繁殖）。这个行为操纵十分特别：一般来说，病鼠与健康鼠一样焦虑，它们也不会丧失对声音的恐惧，这种恐惧是与令人不快的脚步震动相关的。刚地弓形虫的目标是脑的某些部位，而这些部位恰恰与一种特定的恐惧相关——它在杏仁核中的囊胞密度几乎是在与气味知觉相关的其他脑结构中密度的两倍。

野生生命的这个小插图之所以会有震撼效应是因为10%的美国人感染了刚地弓形虫，这被称为弓形虫病（toxoplasmosis）。科学家很早就知道精神分裂症病患很可能携带刚地弓形虫，甚至有科学家宣称这个普通的寄生虫在人类文化习惯的演化中也发挥了作用。可是被感染者或许能自由地做他们乐意做的事情，就像在一个好莱坞恐怖片中，他们可能执行这些脑寄生虫的无声指令。

丹尼尔·韦格纳（Daniel Wegner），哈佛大学的一个心理学家，现代意欲研究的开拓者之一。在他那本迷人的专著《有意识意志的错觉》（The Illusion of Conscious Will）中，他探索了自主性感觉的本质以及自主性感觉是如何被操作的。

在一个令人叹服的实验中，韦格纳要求一个志愿者穿上黑色工作服，戴上白色手套并站在镜子前，她的手臂垂在她两侧。一位实验室人员紧挨着她后面站着，穿的与她一样。他将手伸到她的腋窝，以至于当她往镜子里看时，他的两只戴手套的手好像是她自己的（这个男人的头藏在一个屏幕的后面）。两个志愿者戴上耳机，韦格纳通过耳机向他们

发出指令，诸如“拍手”或“用左手打响指”。志愿者应该注意倾听并报告实验室人员的手的动作在多大程度上是她自己的。如果这个妇女听到韦格纳的指令先于这个男人的手对这些指令的执行，那么与韦格纳的指令晚于这个男人已经移动他的手的情况相比，她报告了一种增强的感受，即是她自己的意志使这个行动发生。如果要求这两个人都拍手三次，那么与她没有听到任何指令和看到拍手的情况相比，这个妇女感到一种产生拍手动作的更强的感觉。记住，这个妇女根本就没有移动她的手——始终是位于她后面的那个男人的手在动。

自主性感受由一个脑模块产生，这个脑模块根据一些简单规则将作者身份分派给这些自愿行动。如果你计划打响指并向下看，看到手指正在打响指，那么自主性模块就会得出是你发起了该行动的结论。另一套规则涉及计时。想象自己独自穿行于黑暗森林并听到一根树枝断裂。如果声音刚好发生在你踩在一根树枝之后，你就会安心，因为你的自主性模块得出了正是你制造了这个声音的结论，于是不会有什么问题。但是如果这个尖厉的破裂声发生在你踩在那根树枝之前，那么就有可能是某个东西或某个人正在追赶你，而你的所有感官都会高度警惕。

神经外科医生非常重视意图和自主性感受的实在性，因为他们有时必须切除某些脑组织，其原因或者是由于该脑组织变为肿瘤，或者是由于它剧烈放电而引起了癫痫发作。在治疗中要切除或烧灼多少组织，这需要考虑残留下的癌变或在原处易发作的物质的斯库拉（Scylla）与被摘除的对语言和其他重要行为至关重要的脑区的卡律布狄斯（Charybdis）之间的平衡。为了决定摘除多少物质，脑外科医生会探测周围组织的功能。在患者用拇指依次触摸每个手指，数数或完成其他一些简单任务的同时，他通过用短暂的电流脉冲刺激这些组织来实现上述意图。

在这种探索过程中，扎伊克·弗里德（Itzhak Fried）——这个我在第5章已经提过的外科医生，刺激了前辅助运动区，它是展开的大脑皮层的一部分，位于初级运动皮层之前。他发现这种刺激能引发移动四肢的强烈愿望。患者报告他们有移动腿、眉毛或胳膊的愿望。当刺激后顶叶皮层（即一个负责将视觉信息转换为运动指令的区域）时，法国布龙认知科学研究所的米歇尔·蒂斯梅格特（Michel Desmurget）和安吉拉·西里古（Angela Sirigu）发现了相同的现象。激活这块灰质会产生一种纯粹意图的感觉。患者提出："我感觉我想移动脚，但不确定如何解释""我有移动右手的愿望"或者"我有把嘴里的舌头卷起来的愿望。"但值得注意的是，他们从来不会对这些因电极产生的特定的强烈愿望采取行动。他们的感受显然是从内部产生的，而不是由检验者激起的。

评估这个处境

让我来总结一下。经典决定论过时了：未来并不完全由当前事实决定。毫无疑问，量子力学随机性是事物的基本结构固有的。未来将发生哪个事件，这并不是完全被决定的。你的行动不是预先注定的。

指动字成，字成指动；
任你如何至诚，如何机智，
难叫他收回成命，消去半行，
任你眼泪流完也难洗掉一字。

莪默·伽亚谟（Omar Khayyam）韵文中这个听天由命的哀悼并不适用于未来。你展开的生活是本未曾书写的书。你的命运在你的手中，也在宇宙中其余"好管闲事者"的手中。脑的复杂特征和确定性混沌甚至限制了未来知识最渊博的科学家对行为进行预测的精确程度。一些行动似乎始终是自发的、无法解释的。量子力学的不确定性多大程度上影响它们的出现，这一点还不为人知。

自由意志的强笛卡尔版本（即这种信念：如果你再次被置于完全相同的情境中，包括与之前相同的脑状态，那么你原本可以对你自己施加意志而以别的方式行动）与自然定律不一致。不存在这样一种方式：它能使有意识心智（即灵魂的居所）影响脑却不留下任何迹象。物理学不允许这种幽灵般的交互作用发生。世界上任何事物的发生都有一个或多个原因，而这些原因也同样是世界的一部分；宇宙是因果封闭的。

至少在实验室，脑完全先于心智做出决定；一个简单意志行动的有意识体验（即自主性感觉或作者身份的感觉）相对于实际原因而言是次要的。自主性有现象内容（或感受质），正如有意识体验的感觉形式具有的那样，自主性是由皮层-丘脑回路触发的。心理学实验、精神病患者和神经外科干预措施揭示了自愿行动这个方面的实在性。决定是如何形成的，这个过程仍然是无意识的。你为什么选择这种做事的方式，很大程度上你对此一无所知。

从这些洞见中我得到两个教训。首先，我一直采用一个更实用的兼容论者的自由意志观念。我努力生活，尽可能摆脱内部和外部的束缚。唯一的例外是我有意并且有意识地给自己提出的要求，这主要出于伦理关怀；无论你做什么，不要伤害别人，并尽力使这个行星比原先更好，其他的考虑包括家庭生活、健康、金融稳定和正念。其次，我试图更好地理解我的无意识的动机、愿望和恐惧。我比我年轻时更加深刻地反思我自己的行动和情绪。

这里我并没有颠覆任何新基础，这些是智者几千年来一直在讲的教训。古希腊的“gnothi seauton”（认识你自己）被刻在德尔菲的阿波罗神庙的入口，而它的一个拉丁文版本则让《黑客帝国》中神谕厨房的墙壁熠熠生辉。耶稣会士有一个近500年的精神传统，这个传统强调每天审查良心两次。这是一个自我觉知的练习：持续的内在审问会提高你对

行为、愿望和动机的敏感性。你试图真诚地甄别自己的过错并尽力消除它们。你力图将你的无意识动机带入意识之中。这不但让你更好地理解自己，而且会使得生活与你的性格和长期目标更和谐。

仍然未解决的问题是自主性的现象感受是如何从神经活动中产生的。又是意识！我们再次回到心-身问题的内部密室。下一章我将概述一个解决该难题的信息理论的方案，即本书最具思辨性的解决方案。

第8章

在这一章，我认为意识是复杂事物的根本属性，并热情地称颂整合信息理论，这个理论如何解释意识的许多令人迷惑的事实，以及如何为建造有感知能力的机器提供蓝图。

哲学被记述在我所讲的宇宙这本大书中，这本大书完全敞开在我们面前。但是除非我们首先学会理解记述这本书的语言和理解这些符号，否则我们无法理解这本书。这本大书是用数学语言书写的。

——伽利略，《试金者》（1623年）

在我的智力生活中，探索意识的物质基础处于核心地位，并且在过去的24年中一直如此。

弗朗西斯·克里克和我连日来都坐在他工作室的藤椅上，讨论有生命的物质如何展示出主观感受。我们撰写了两本书和数十篇学术论文来阐述将意识的独特特征与特定的脑机制和脑区联系起来的必要性。我们假设了觉知与皮层神经元的节律性放电之间的关系，神经元每隔20~30毫秒放电一次。（我们所谓的40赫兹假说目前正在选择性注意的语境下复兴。）我们着迷于神经元需要同时激发动作电位这个情形。我们支持新皮层第5层的锥体细胞的关键作用是作为意识内容的通讯器，并且推断：大脑皮层下（被称为屏状核的）神秘的神经元薄层对于知觉印象（包括视觉和听觉或视觉和触觉）的觉知是必不可少的。我阅读过数不清的（而通常是可有可无的）手稿和书籍，参加过上百个（有时会从头到尾打瞌睡）研讨会。我与学者、朋友和来自各阶层的人士辩论意识和脑，甚至在《花花公子》杂志上发表了一封关于意识的信。

对我而言，越来越清楚的是：无论关键的神经回路是什么，若要识别出这些神经回路，那么它会提出一个我1992年首次遇到的根本问题。它在我早期逍遥的学术漫游中就出现了，受到想要传播这个好消息——也就是说从现在开始，意识将径直地进入经验实证的领域，意识将经得起科学分析的检验——的强烈欲望的驱使。

在这样一个研讨会后，已故的苏黎世神经学家沃克·亨（Volker Henn）问了一个简单问题：假定克里克和你的所有观点是正确的，那么进行有节奏发放并将其输出发送到脑前部的视觉皮层的第5层的皮层神经元，就是关键的意识神经相关物。产生觉知的这些细胞是什么呢？在原则上，你的假说与笛卡尔的松果体是灵魂之居所的假说有何不同？以节律的方式发放的神经元产生看见红色的感觉，这种想法与假定动物精气在松果体中的搅动导致灵魂的激情一样神秘。你的语言比笛卡尔的语言更像机械论，毕竟三个半世纪已经过去了，但基本困境一如从前那样严重。在这两个情形中，我们不得不接受一个信条，即某类物理活动能够产生现象感受。

我给亨一个“期票”（promissory note）式的回应：在适当的时候，科学会回答这个问题，但是现在神经科学应该只是奋力向前，寻找意识的相关物。否则，对意识的根本原因的探索将不必要地延后。

亨的问题可能是普遍的。全局可用性、奇异环、吸引子网络、这个神经递质或那个脑区，所有这些都被认为是意识本质的候选者。而关于意识本质的一些更加非传统的主张则祈求量子力学的纠缠或其他奇异的物理现象。但是对意识而言不论关键的特征是什么，能够解释主观性的独有特征是什么呢？弗朗西斯和我所持的观点是：意识必然涉及皮层中的反馈回路，但引发现象学和感受的反馈是什么呢？室内恒温器也存在反馈：当环境温度达到一个预定值，制冷即被关闭。室内恒温器有一点

点意识吗？与相信摩擦铜灯会让灯神灵出现相比，相信皮层中的反馈回路会引发意识有什么本质不同吗？

多年来，我认为亨的问题是非建设性的，因此把它放在一边。我想推动意识的事业向前发展，想说服分子生物学家和神经科学家加盟，并使用他们不断发展的工具来研究与心智有关的关键回路。

可是我必须回应亨的挑战。我追求的终点必然是一种理论，它能解释物理世界如何以及为什么能产生现象体验。这样一种理论不能是模糊的、空想的，而必须是具体的、可量化的和可检测的。

我相信（恰当表述和改良的）信息理论能够胜任这样一个伟大壮举：分析任何生物的神经布线图并预测该生物将会体验到的意识形式。它能够为设计有意识的人工物勾画蓝图。而让人惊异的是，它为宇宙中意识的演化提供了一种宏大的观点。

这是些大胆的、雄心勃勃的和言过其实的主张。当我为其辩护时，请对我宽容以待。

狗，或者意识是出自脑吗

如果与狗（这是我非常喜欢的动物）生活在一起，你就会知道它们不仅有你意想不到的聪明，而且会流露出许多情绪。我黑色的德国牧羊犬诺西（Nosy），当它在高高的落基山脉第一次遇到雪时，它将它的鼻子插进这奇怪的白色物中，将它抛洒到空中，并再次接住它。它咬住冰层，对着雪堆叫喊，最后躺在地上来回滑行，将这些冰冷的晶体摩擦到它的皮毛中，这是它对快乐的一种生动展示！当一只小狗加入我们的家庭，当我们的关注都集中到这个新的家庭成员时，诺西好几周闷闷不

乐；当它捡回一个乒乓球时，它会兴奋；当另一只狗挑战它时，它会变得好斗；当它犯了一些不准做的错事时，它会羞愧，把尾巴夹在两腿之间；当周围有烟花表演时，它会害怕并需要百忧解（Prozac，一种治疗精神抑郁的药物）；当我整天工作并忽略它时，它会无聊；一旦有车进入我家的私人车道，它就警惕起来；在我们做饭期间，当它等待食物撂下来却被某个孩子戳了一下时，它会生气；而当我自杂货店购物返回家时，它会好奇，把鼻子伸进每个袋子去检查里面的东西。

作为群居动物，狗演化出许多各种不同的精细的交流技巧。在动物行为的观察者中，没有人比查尔斯·达尔文更敏锐，更何况他是一个爱狗者，他在《人类的起源》（The Descent of Man）中就这种犬科的声音这样写道：

同样在追逐时，我们听到渴望的吠声，愤怒的吠声，还有咆哮的吠声；当被关起来时，狗发出绝望的尖叫或嗥叫；夜晚时会嚎叫；当与主人散步时，会快乐地叫；当希望门或窗被打开时，是一种独特的恳求或哀求的吠叫。

狗的尾巴、鼻子、爪子、身体、耳朵和舌头都能表达它的内部状态，即它的感受。狗不会或者它们无法掩饰。

从犬科动物表现出的丰富多样的行为以及其脑与人脑之间无数结构和分子的相似性，我推断狗具有现象感受。任何否定它们具有感知能力的哲学或神学都有严重的缺陷。（当还是孩子时，我就从直觉上感觉到这一点；我不理解在审判日上帝为什么复活人类而不是狗。这完全不可理解。）对狗适用的也同样适用于猴子、老鼠、海豚、鱿鱼，或许也适用于蜜蜂。我们都是自然的孩子，我们都体验生活。

尽管这种论点在西方国家中并没有什么影响力，因为它们的一神论

信仰公开放弃了动物的灵魂，但东方宗教则更宽容些。印度教、佛教、锡克教（Sikhism）和耆那教（Jainism）认为所有生物都是有感知能力的，并且有亲缘关系。美洲原著居民也没有人类例外论的信仰，而人类例外论的信仰在犹太-基督教的世界观中却是根深蒂固的。

事实上，我经常认为狗比人更接近真正的佛性。它们本能地知道什么在生命中是重要的。它们无法忍受恶意或怨恨。它们对活着的喜悦，对快乐的渴求，它们至死也不曾败坏的质朴的忠诚，都是人类只能希求的东西。

数万年前，狗与人类在热带草原、干草原和森林中结下盟约，当时狼与人类开始成为近邻。那种有利的关系——两个物种同时演化，彼此习惯，延续至今。

可是毫无疑问，犬科动物的意识的范围和深度都不及我们。狗不会反思自身或不会为它们的尾巴为什么以一种可笑的方式摇摆而烦心，它们的自我觉知是有限的。它们不会为亚当的诅咒，为自己必死的认识而痛苦。它们不会有人类那样的罪恶，从存在主义的恐惧到大屠杀和自杀式爆炸。

考虑一些更简单的动物（动物的简单性是由神经元的数量及其相互连接来衡量的），例如老鼠、鲱鱼或苍蝇。它们行为的分化程度比狗的更低，它们的行为模式也更刻板。因此，可以合理地认为，这些动物的意识状态比犬科动物的意识更贫乏，更加缺乏联想和意义。

基于这种推理，学者认为意识是脑的一个涌现属性（emergent property）。生物学家广泛地持有这种观点。涌现属性究竟意味着是什么？涌现属性是由整体表达的，而非必然由其个别的部分表达。系统会拥有一些在其部分中不曾表现出的属性。

对于涌现而言，没有必要诉诸任何神秘的新时代的弦外之音。考虑一下水的湿度，它能够维持水分子与表面的接触，这是分子间交互作用的结果，尤其是附近水分子之间的氢键的结合。一个或两个水分子不是湿的，但是在适当的温度和压力下，将大量的水分子放在一起，湿性就显现了。遗传法则来自DNA和其他大分子的分子属性。当很多汽车从不同的方向驶向一个过度密集的空间时，交通拥堵就可能出现，你理解这一点。

按照这个刚才定义过的方式，当少量神经元连接在一起时，意识并不会出现；意识出自细胞的巨大网络。神经元聚合越大，对那个神经网络来说可能的意识状态的“数目”就越大。

如果我们要理解意识的物质基础，那么我们就必须深刻地领会：这些紧密啮合的成千上万的异质神经细胞构成的网络是如何编织心智生活这张织锦的。要想形象地表示脑惊人的复杂性，回想那些特殊的自然事物——单螺旋桨飞机在丛林上空飞翔数小时所捕获的亚马逊的浩瀚景象。这个热带雨林中众多的树就像你脑中的神经元（如果森林继续以目前的进度被砍伐，那么这个说法在几年内就不再成真了）。这些树的根、枝和叶被藤蔓和匍匐爬行物覆盖，它们形态的多样性也可与神经细胞相比。想一想那个情景，你的脑就好像整个亚马逊热带雨林。

神经元联合体在与环境以及神经元彼此间的交互作用中，学习能力通常被低估了。单个神经元是异常复杂的信息处理器；（对突触输入进行加工的）每个神经元树突的构型以及（对其输出进行分配的）每个神经元的轴突都是独一无二的。反过来，突触是纳米机器，它的学习算法可以修改这些（时间尺度从几秒到一生不等的）神经元连接的权重和动力模式。人类对于这种巨大、复杂和适应性网络并无多少直接体验。

理解意识如何涌现于脑，这个概念困境在历史上类似于19世纪和20世纪初期关于活力论和遗传机制的争论。作为遗传基础的化学规律让人极其费解。储存在一个细胞中的所有信息如何说明一个独一无二的个体？这些信息是如何被复制并被传递给这个细胞的后代的？在当时被人们所知的这个简单分子是如何使卵发育成为成人的？

威廉·贝特森（William Bateson），英格兰遗传学领域的领军人物，在1916年恰如其分地表述了这个困惑：

生物属性以某些方式附属于一个物质基础，或许在某种程度上附属于核染色质；可是难以置信的是，无论多么复杂，染色质或任何其他物质粒子是如何拥有我们的因子或基因必然获得的力量（原文如此）。染色质的粒子（在任何已知的测试中彼此难以区分，而且几乎完全是同质的）通过它们的物质本性赋予事物以生命属性，这个猜想超越了甚至最令人信服的物质主义的范围。

为了解释生命，学者援引了神秘的活力论的力量、亚里士多德的圆满实体（entelechy）、叔本华（Schopenhauer）的现象意志或者柏格森（Bergson）的生命活力。其他学者（例如他们中以薛定谔方程闻名的物理学家欧文·薛定谔（Erwin Schrödinger））则诉求新的物理学定律。化学家无法想象线状分子中四种类型的核苷酸的确切顺序是理解生命的关键。遗传学家低估了大分子存储巨量信息的能力，他们也不曾理解蛋白质惊人的特异性，这些特异性是经过几十亿年自然选择行动造成的。但是生命这个特殊的困惑最终会被解开。我们现在知道生命是一种涌现现象，并且能最终被还原为化学和物理学。任何活力论的力量或能量都不能将这个无机的死寂世界与有机的生命世界分离开。

缺乏明确的分界线对涌现而言是非常典型的情况。像H2O这样的简单分子显然不是活的，而细菌则是。但是导致疯牛病的朊病毒蛋白质呢？病毒呢？是死的还是活的？

如果意识是一种涌现现象，最终可还原为神经细胞的交互作用，那么一些动物就可能有意识而另一些动物则不可能有意识。微型脑——想想著名的秀丽隐杆线虫（Caenorhabditis elegans），还没有字母l大，它的脑恰好有302个神经元，可能没有心智。大尺寸的脑（一个人有160亿个神经元）有心智。这种涌现与物理思维的基本训诫——无中不能生有，不一致，这是一个原始守恒律（Ur–conservation law）。如果最初这里什么也没有，那么增加一点不会带来什么差别。

我过去曾是一名意识涌现于复杂神经网络观点的支持者，只要读一下我早期的《意识探秘》（Quest）一书，就可以明白这一点。但是经过这些年，我的想法改变了。主体性根本不同于任何作为涌现现象的物理事物。蓝色根本不同于眼睛视锥细胞中的放电活动，尽管我完全知道后者是前者的必要条件。一个内在于我的脑且无法从外部推断，而另一个具有客观属性，可以被外部观察者获得。这个现象属性来自不同于物理现象的领域，服从不同的规律。我没有看到能够通过更多神经元来弥合无意识生物与有意识生物之间分界的任何方式。

存在涌现和还原论的一个清楚的替代选择，这个选择对像我自己这样隐蔽的柏拉图主义者而言是无法抗拒的。在18世纪早期，莱布尼茨在其单子论中开宗明义地讲道：

1.我们将在这里讨论的单子（The MONAD）——不过是一个成为复合物一部分的单质——是简单的，即没有组分。

2.而既然存在复合物，就必然存在单质；因为复合物不过是简单物

的一个集合或聚合。

这个观点的确要付出许多人不愿承担的形而上学的代价，即承认体验（功能性脑的内在视角）是根本不同于导致它的物质事物以及体验不曾完全还原为脑的物质属性。

意识内在于复杂性

我相信意识是生命物质的一个根本的基本的属性。它不可能源于其他任何事物，用莱布尼兹的话说，它是一个单质。

我的推理类似于那些研究放电的博学之士做出的那些论证。正如在青蛙抽搐的肌肉中发现电流时人们最初认为的那样，电荷不是生命物质的涌现属性。一些无电荷的粒子的聚合不可能产生带电荷的物质。一个电子有一个负电荷，而一个质子（例如一个氢离子）有一个正电荷。不论电子与质子彼此的关系是什么，一个分子或离子的电荷总量不过是这些个体电子和质子的所有电荷的总和。就化学和生物学而言，电荷是这些离子的内在属性。电荷并不是从物质中涌现出来的。

意识也是如此。意识与组织精微的物质系统一起出现，它内在于系统的组织，是复杂存在物的属性，且不能被进一步还原为更基本属性的活动。我们已经到达还原论的底层（这就是为什么本书副标题的还原论者具有浪漫的气质）。

你和我都发现我们自己处在一个宇宙中，在这个宇宙中，无论系统是简单的还是复杂的，由彼此间发生交互作用部分所构成的系统都拥有某种程度的感觉能力。系统联网程度要高，层次越多，意识的程度就越高。人类的意识比犬类的意识精细得多，因为人类的脑拥有的神经元是

犬类脑的20倍且联网程度更高。

注意我未考虑的事情，我写的是“彼此间发生交互作用部分所构成的系统”而不是“彼此间发生交互作用部分所构成的有机系统”。由于在心智哲学家和工程师中存在一个功能主义的普遍信念，因此我没有把生命系统单独挑出来。要理解什么是功能主义，想一下乘法或除法就可以了。你完成的方式有：你可以用笔将算式写在纸上，可以在标尺上彼此移动两块有标记的木块，可以移动算盘上的珠子或者可以按袖珍计算器上的按钮来进行计算。所有这些手段实现了相同的代数规则，它们在功能上是等同的，在灵活性、优雅、价格以及诸如此类的方面有差别，但是它们都在做相同的事情。人工智能的探索就是以功能主义的强信念为基础的——智能能够以非常不同的面貌出现，无论它是一个颅骨、一副外骨骼还是一个铝盒。

将功能主义应用于意识意味着：如果其内部结构在功能上等同于人脑的内部结构，那么任何系统都拥有相同的心智。如果我脑中每一个轴突、突触和神经细胞被履行相同功能的金属线、晶体管和电子电路代替，那么我的心智将仍会保持原样。我的电子版本的脑可能更笨重和更大，但是如果每个神经元成分都有一个准确可靠的硅模拟物，那么意识就将保留。

对心智至关重要的不是构成脑的材质的本性而是那种材质的组织——系统的部分连接在一起的方式，它们的因果交互作用。对这一点，一个更专业的表达方式是：“意识独立于基质。”当理解和模拟自然时，功能主义能很好地为生物学家和工程师服务，但为什么一遇到意识就要废除功能主义？

意识与信息理论

要完整地理解在心-脑问题上的发现（诸如第4、5、6章所描述的那些发现）需要一个大规模的逻辑上一致的框架，即一个意识理论。这样一座意识的理论大厦需要将觉知与突触、神经元联系起来，这是意识科学的圣杯。它不能纯粹是描述性的（即意识涉及脑的这个部分和那些连接）而必须是规定性的（即它能提供意识产生的充要条件）。这个理论必须基于一些第一原则，即现象体验根植于宇宙的某个基本方面，而且这个理论必须精确和严格，并不仅仅是一组形而上学的断言。

任何科学理论的一个基本要求是它必须处理可测量的事物。伽利略将其表述为：“测量可测量的，并使不可测量的东西变得可测量。”一个意识理论必须量化意识，将神经解剖学和生理学的具体方面与感受质相关联，并解释在麻醉和睡眠期间为什么意识会消失。它必须解释（如果有的话）意识对有机体的用处。它应当从少量的公理开始，并通过诉求于我们自己的现象的有意识的体验来论证公理的合理性。这些公理势必会蕴含某些应该能以一般经验实证的方式加以证实的结果。

我会提到一个明显的例外，目前针对意识理论还没有展开根本性的研究。有些模型将心智描述为许多功能的盒子，以一些表示进和出的箭头将这些盒子连起来：一个盒子表示早期视觉，一个表示物体识别，一个表示工作记忆，等等。这些盒子被视为等同于脑中具体的处理阶段。于是，这种进路的支持者指着其中一个盒子并宣称：一旦信息进入这个盒子，那么它就被魔法般地赋予现象觉知。

我也犯过这个错误。弗朗西斯和我的主张——“在视觉皮层的高级区与前额皮层的计划阶段之间来回穿梭的信息将被有意识地体验到”，也是相同的。从经验实证上看，新皮层前后间双向交流的建立会产生主观感受，这可能是正确的，但为什么会如此却并不显而易见。

认知心理学家伯尼·巴尔斯的全局工作空间模型也是相同的类型。它的谱系可以追溯至早期人工智能的黑板体系结构，在这个体系结构中一些专门化的程序访问一个共享的信息资源库，即“黑板”。巴尔斯假定，这样一个公共的加工资源存在于人的心智中。任何被写入这个工作空间的数据能被大量的子程序（如工作记忆、语言和计划模块等）所用。全局播报这个信息的行动使我们觉知到这个行动。由于工作空间非常小，所以在一段时间内只能表征一个单一的知觉印象、想法或记忆。新信息会与旧信息竞争并取代它。

全局工作空间模型所依赖的主要直觉是有效的。有意识的信息是整个系统全局可获得的，并且是有限的。相反，僵尸行动者会将它们的知识据为己有。这些知识在信息上是封装的，不在意识的范围内。

在位于巴黎的法国大学，杰出的分子生物学家让-皮埃尔·尚热（Jean-Pierre Changeux）和他年轻的同事数学家和认知神经科学家尼斯拉斯·迪昂一起，将该模型运用于神经科学研究。他们认为前额皮层中的长距椎体神经元例示了巴尔斯的全局工作空间。迪昂的团队用创新的心理物理学程序、外科手术患者的功能磁共振成像（fMRI）扫描和脑电图（EEG）记录，齐心协力阐述了这个神经工作空间。他们的模型很好地抓住了非意识的局部加工与有意识的全局加工以及内容可获得性之间的突然转变。

描述性模型对明确表达可检验假设至关重要，它们推动了任何科学早期阶段的发展。但是它们不应与规定性的理论相混淆，因为它们不能回答亨的问题：大脑皮层前后部位之间反射的整合的神经活动为什么形成有意识的体验？为什么用长程皮层纤维的“扩音器”进行的信息播报会引起感受？这些模型仅仅声称这就是所发生的，但它们没有解释是如何发生的。

很长一段时间，弗朗西斯和我都抵制对意识进行形式化描述的数学尝试。许多心-身模型的残骸散落在理智的大观园中，即使它们借助数学和计算机模拟能够得到加强，但这仍让我们怀疑思辨的理论活动能否带来进步，弗朗西斯在分子生物学领域的经历强化了这种反理论的偏见：数学模型（包括他自己探索编码理论的徒劳尝试）在他的分子生物学的辉煌成就中最多发挥了次要作用。这就是为什么在我们的著作和谈话中，弗朗西斯和我特别注重借以发现和探索意识的生物学基础的严格实验方案。

在他生命的最后十年，根据新证据和新的思考方式，弗朗西斯始终乐于改变他的观点，他开始喜欢以信息理论作为意识理论的一种恰当语言。为什么？是的，既然不存在某种特殊物质（诸如魔法般地赋予一个有机体以主体性的笛卡尔的思维质料），意识必定来自彼此超级连接的脑细胞之间的交互作用。在这个语境中，因果意味着神经元A的活动可能直接或间接地影响了即刻或更遥远未来的神经元B的活动。

我也需要某个更一般的东西。我需要关于银河系、蚁冢、蜜蜂或苹果手机是否有意识的答案。为此，我需要一个能跨越宇宙学、行为生物学、神经生物学和电子线路分析的种种细节的理论。如果对信息理论进行恰当的形式化，那么它就会成为一种能够对任何系统组分的因果交互作用进行量化的数学形式体系。它可以对此处这部分状态（例如一颗恒星、一只蚂蚁、一个神经元或一个晶体管）如何影响彼处那部分状态以及这个影响如何随时间演化进行形式化。信息理论竭尽所能地对任何复合存在物的所有部分之间的交互作用进行分类和描述。

信息是21世纪普遍的通用语。我们耳熟能详的一个观点是股票和债券价格、书籍、照片、电影、音乐和我们的遗传特征都可以被转换为0和1的连续数据流。一个简单的电灯开关能够处于两个位置的一个位

置，开或关，知道了那个位置或状态，则获得了一比特信息。详细说明一个突触对与之所连接的神经元的影响大小需要几个比特，比特是数据的原子。通过以太网线或无线方式，它们被传输、存储、重放、复制以及组装成巨大的知识资源库。信息的这个外在概念（带来一个差别的差别（the difference that makes a difference））是通信工程师和计算机科学家极其熟稔的东西。

大卫·查默斯（David Chalmers）是一位哲学家，他坚信人们可以用信息理论来理解意识。在概述意识的两面时，他假定信息具有两个独特的、固有的基本特性：外在和内在。信息的这个隐藏的内在特性感觉起来就是这样一个系统；一点点意识、某个最小感受质与作为一个信息-加工的系统相关，这就是宇宙所是的方式。具有可分辨的物理状态的任何事物（无论是两种状态（像开-关转换器）还是数十亿个状态（像硬盘或神经系统））都拥有主观的、短暂的、有意识的状态，而且离散状态的数目越大，有意识经验的数量就越大。

查默斯对两面论的构想是粗线条的。这一理论仅仅考虑了信息的总量，而意识并不会仅仅随着比特的累积而增加。在何种意义上，一个10亿字节存储容量的硬盘要比一个128千兆的硬盘拥有更低的感知能力？的确，至关重要的不是越来越多的数据累积，而是个体的数据与比特之间的关系。系统的体系结构即它的内部组织，是意识的关键。但是查默斯的想法与体系结构（即系统的内部组织）无关。因此，它们没有解释脑的某些部位为什么比其他部位对意识更重要，也没有解释无意识与有意识行动之间的差别，等等。

在我们无休止的探索中，弗朗西斯和我提出了一个更为精致的两面论的版本。其核心是朱利奥·托诺尼阐述的整合信息概念，当时他在位于加利福尼亚拉荷亚的神经科学研究所与杰拉尔德·埃德尔曼一起工作。埃

德尔曼是一位免疫学家，他帮助破译了抗体的化学结构，他因这项成就荣膺诺贝尔奖。

朱利奥安排我们四人在埃德尔曼的神经科学研究所的美丽庭院中共进午餐。我们的见面是在生物学界两个元老之间较劲的氛围中进行的。然而，这个气氛一直紧张的聚会还是很友善的，让人印象深刻的是精美的食物和埃德尔曼热衷讲述的源源不断的笑话和趣闻。我们年轻人彼此倾慕，并且这种倾慕与时俱增。

那天下午我们四人相互学习。弗朗西斯和我更好地理解了他们的理论思路：他们强调丘脑皮层复合体的巨大领域的全局和整体的属性，也特强调沉默的重要性（即未演奏乐器的重要性）。（我将用几页篇幅澄清这个有隐含意义的评论）反过来，他们开始领会我们所坚持的主张：寻找意识的神经相关物会引起对神经元及其连接的局部的特定属性的兴趣。

让我向你介绍一下朱利奥的观点。

整合信息理论

通常的看法是，任何意识状态都含有极大的信息量。事实上，每个感受是如此独特，以至于你绝不可能再次体验完全相同的感受——永远不会！不仅如此，任何一个意识状态还会排除不计其数的其他体验。当你在一个漆黑的房间中睁开眼睛，你什么也看不见。纯粹的黑暗似乎是你曾经有过的最简单的视觉体验。事实上，你可能认为它几乎没有传述任何信息。然而，漆黑的知觉印象意味着你看不到安静明亮的客厅，约塞米蒂国家公园半穹顶上花岗岩石的表面，过去或未来曾拍摄的任何一帧电影画面。你的主观体验隐含地排除了你原本看见的、想象的、听到

的、闻到的所有其他事物。这种对不确定性的减少（也被称为熵）就是信息理论之父、电气工程师克劳德·香农（Claude Shannon）对信息的定义。也就是说每个有意识体验都极具信息量，并且极度分化。

有意识状态还有一个共同属性：它们是高度整合的。任何意识状态都是一个单子，一个单位，它无法被分割为能被独立体验的组分。无论你多么努力，你都无法看见一个既黑且白的世界；（如果不闭上一只眼睛或不做一些这样的恶作剧的话）你也无法只看见你视域的左（右）半部分。当我写下这些行文字时，我正在听神秘的极简抽象派艺术家阿沃·帕特（Arvo Pärt）的《悼念本杰明·布里顿》（Cantus in Benjamin Britten）的哀叹。我觉知到整个音响范围。我无法不听这个管钟，或者我也无法最后不陷入沉寂。这是一个单一的领悟。

我意识到无论任何信息都会整体地、完整地呈现于我的心智中。我的脑相关部分之间的多重因果交互作用是意识统一性的物质基础。如果脑的不同区域是片段的和分离的，正如脑在麻醉状态所表现的那样，那么意识就消逝了。相反，当许多脑区被同步激活时（脑电图（EEG）信号显示出齐升或齐下，正如在深睡中），尽管脑的整合程度很高，但是很少传递具体信息。

朱利奥的整合信息理论是从这两个作为前提的公理推断出来的：任何有意识系统必定是一个单一的、整合性存在物，它具有大量高度分化的状态。这就是他的处方——整合和分化。这构成他的单子。不多，也不少。

我光滑的苹果笔记本上的电脑硬盘的存储容量是我记忆容量的许多倍。可是磁盘上的信息不是整合的，我苹果机上存储的家庭照片彼此之间也没有什么关联。当她从一个可爱的小女孩成长为一个苗条少女，再

成为一位优雅的成年人时，笔记本电脑不会知道那些照片中的女孩是我的女儿，或者笔记本电脑也不会知道我在日程表中写下的“加比”是指与那些图片中的那个人的见面。对计算机而言，所有这些数据都是相同的，即由0和1编织的一张巨大的、随机的图案。我从这些图片中衍生出意义，因为我的记忆是有根据的，并且与成千上万的其他事实和记忆交叉连接。它们越交互连接，它们就越有意义。

朱利奥将这些公理形式化地表达为其整合信息理论的两个支柱。他设想有意识体验（该体验由处于一种特定状态的任何物理系统产生）的数量等同于整合信息（该信息由处于那种状态的该系统产生）的数量，这个数量要多于由系统的部分所产生的信息。这个系统必须在大量的状态（分化）之间进行分辨，并且它必须把这些状态分辨作为统一整体的一部分，这个统一整体不能被分解为一组因果上独立的部分（整合）。

考虑一个进入特定状态的神经系统，在这个系统中一些神经元正在发放，而其他的则沉默。以体验红色的这个脑状态为例，脑之所以能如此，是因为它能跨越在广泛分布的神经元之间整合信息，这些信息不可能通过将脑分解为更小的、独立的成分来产生。如前所述，当连接脑左右半球的胼胝体被完全切断，两个脑半球就不再能进行信息整合。从信息上讲，整个脑的熵现在等于左右半球两个独立熵的总和，而整合信息变为零。作为整体的脑不再有有意识体验。相反，尽管每个半球整合的信息比整个脑整合的信息少，但是每个半球都单独整合信息。裂脑患者的头颅中存在两个分离的脑和两个有意识的心智，每个心智都有另一个半球不知情的信息。这提出了一个自我连续性的问题，这是一个既令人着迷又撩人的问题。自我感、个体感被传到两个半球吗，抑或它仅仅与占优势地位的语言半球相连？这类问题还没有被恰当地考虑过。

在非常罕见的场合下，当连颅双胞胎出生时，会出现相反的情形。

在最近的一个连体婴儿的例子中，两个女孩的丘脑是连接在一起，这为上述问题提供了可信的证据。每一个似乎都能获得另一个看到的东西。如果属实，这将是脑与心智的非凡混合，这远远超过对瓦格纳同名歌剧中特里斯坦（Tristan）与伊索尔德（Isolde）的身份融合的狂喜庆祝。

整合信息理论引入了一种精确理解意识程度的方法，称为Φ或phi（发音为fi）。Φ用比特表示，它是在系统进入一种特定状态时对系统中出现的不确定性减少的量化表达，该值要大于系统各部分独立产生的信息。（记住信息就是不确定性的减少。）系统的部分（即模块）解释了尽可能多的非整合的、独立的信息。因此，如果脑的所有单独加以考虑的部分已经解释了多数信息，那么进一步的整合几乎不会出现。Φ测量该网络当前状态中协同的程度，在这个程度上系统要大于其部分之和。因此，Φ可以被视为对网络整体性的一种测量。

整合信息理论做出了许多预测，其中一个较为反直觉的、强有力的预测是整合信息产生于系统内部的因果交互作用。当那些交互作用不再发生时，即使系统的实际状态保持不变，Φ也会减少。

或许与你一样，我也惊叹于迪拜的哈利法塔（Burj Khalifa），它在沙漠的蔚蓝天空下巍然耸立，其高度约有1千米。当我在我的计算机屏幕上看到这座摩天大楼时，我的视觉皮层中表征其形状的神经元被激活了，而我们的听觉皮层几乎是沉寂的。假定我听觉脑（皮层）中的所有神经元因短效的巴比妥盐酸而沉默，而我的形状神经元继续对这个像阴茎一样的结构产生反应，我将不会听到任何声音。如果直觉上最初没有声音，那么也不应该有多大差别。可是整合信息理论预测：即使在两种情况下我的脑活动相同（是视觉形状中心的活动，听觉区没有任何活动），Φ以及知觉体验也会不同。神经元能够发放但却没有发放这个事实是有意义的，并且这个事实也完全不同于这种情形：神经元不能发

放，因为它们被人为地使之沉默了。

有关夏洛克·福尔摩斯（Sherlock Holmes）的著名短篇故事中有一篇是《银色马》（Silver Blaze）。它的情节基于“狗在夜晚奇怪的发病率”，其中这位侦探向无能的警察探员指出狗没有叫这个事实。如果狗没有叫是因为它被捂住了嘴，这本没有什么值得注意的。但是它的嘴没有被捂住而且也没有叫，这是因为它认识谋杀者。在脑内也是如此，不管是演奏的乐器，还是没有演奏的乐器，皮层-丘脑管弦乐队的所有乐器都至关重要。尽管这个例子中感受质的实际差别是微小的，但灵敏的心理物理学技术应当能够识别它。

朱利奥整合信息理论的这个整体方面与如下想法并不抵触，这个想法是：对特定种类的感受质而言，脑的某些部分比其他一些部分更重要。关闭皮层中的视觉形式中心将几乎消除摩天大楼的知觉印象，同时却几乎不会影响世界产生声响的方式。相反，关掉听觉皮层几乎不会影响对这个世界最高建筑的视觉，但却会使我耳聋。因此，对颜色、声音和自主性的神经相关物的探索仍然有意义。

计算Φ相当苛刻，因为必须考虑分割系统的所有可能方式，包括将这个网络分为两部分的每个方式，将其分为三部分的所有方式等，直到人们到达原子层次的分割，在这个层次上组成网络的所有单元都被认为是孤立的。在组合数学中，所有这些分割的数量是贝尔数（Bell’s number），它是巨大的。对于构成秀丽隐杆线虫神经系统的302个神经元，这个网络能被划分为部分的方式的数量是一个超天文的数字——10后面跟着467个零。因此，计算任何神经系统的Φ是极其困难的，因此需要启发法、快键法和近似法。

小网络的计算机模拟表明获得高Φ值很困难。通常，这类回路仅拥

有几个比特的整合信息。高Φ网络既需要专门化又需要整合，这是皮层-丘脑复合体中神经回路的标志。Φ表示有意识状态的数量，这些有意识状态是与其自身的部分进行因果交互作用的任何网络相关的。系统越整合和分化，它就越有意识。

神经元之间动作电位的同步发放是另一种整合手段。注意，如果所有脑神经元同步发放，正如在癫痫大发作中，整合将是最大的，而分化将是最小的。最大的Φ是要在这两个相反趋势之间找到最佳位置。

根据神经元的连接，大脑皮层中椎体神经元的显性性状就是它们大量兴奋的局部连接，辅以与远处神经元的少量连接。由这类组分组成的网络在数学上称为小世界图（small-world graphs）。在这类网络中任何两个单元，任何两个皮层神经元仅仅相距几个突触。这个属性往往会使Φ最大化。

相反，Φ对于由许多小的、准独立的模块组成的网络来说是低的。这可能解释了为什么尽管小脑神经元数量庞大但是对于意识没有太多贡献：它的突触组织像晶状体一般，以至于它的模块活动彼此独立，远距模块之间几乎没有交互作用。

演化为什么必然喜欢Φ值高的系统，这一点目前还不清楚。Φ值高的系统有什么行为上的优势吗？

Φ值高的系统的优势在于，它能够组合来自不同感应器的数据从而深思熟虑和对未来的行动过程进行计划。具有高Φ值的通用神经网络，诸如皮层-丘脑复合体，应当能够比专门的网络更好地处理预料之外的和异常的情况，诸如黑天鹅事件。与那些具有相同神经元数量但整合较低的脑的生物相比，Φ值高的脑的生物应当能更好地适应这个在各种不同时间尺度中有许多独立行动者运行的世界。

重要的一点是要确立：Φ值高的脑以某种方式优于整合尺度较低的脑，即它们更能适应复杂的自然环境。它会证明意识有益于生存，因为Φ值高的生物会更适合生存下来。如果缺乏这样一个证据，那么尽管整合信息理论不会被取消，它仍会使体验成为副现象。

整合信息理论的另一个值得注意的挑战是解释无意识。整合信息理论的假定意味着无意识构成比意识构成更少依赖整合，可是传统上许多被归于无意识的特性似乎相当复杂。根据算法进行恰当的分析是否表明与依赖有意识心智的任务相比，它们的协同性更小而劳动更密集吗？你在第6章读过的感官-运动僵尸行动者当然符合要求。它们的行为是高度适应的，但也是刻板的，这些行为依赖专门化的信息。我们需要在脑清醒时追踪主要复合体的记录技术。清醒时的脑是高度整合的，而且它与脑中活跃但整合度较低的那些部分不同，那些部分调节无意识。

整合信息理论不仅具体说明了与系统每个状态相关的意识的总量，Φ。它也捕捉住了那个体验的独一无二的品质。整合信息理论实现这一点是通过考虑底层物理系统具有的所有信息关系的集合，即产生整合信息的方式不仅决定了一个系统拥有多少意识，也决定了它拥有的意识的种类。朱利奥的理论是通过引入感受质空间的想法（其维度等同于系统能够占据的不同状态的数目）完成这一点的。对于一个具有n个二进制交换元素的简单网络，感受质空间有2^n个维度，每个维度对应于一个可能的状态。每个轴表示这个系统处于那个状态的概率。

物理系统的任何状态都可以被映射到这种想象的多维感受质空间中的一个形状上，它的表面是多面状的。这个形状的技术术语有多种，但我更喜欢这个更诗意的词语“晶状体”。处于任何一种特定状态的神经系统在感受质空间中都有一个相关联的形状，它产生于信息关系。如果这个网络转换为一种不同的状态，这个晶状体就会改变，它反映了网络部

分之间的信息关系。每个有意识体验可以由相关的晶状体给出完整的描述，并且每种状态感受不同是因为每个晶状体完全是独一无二的。“看见红色”晶状体的独一无二的几何方式不同于“看见绿色”晶状体的几何方式。而“颜色体验”的拓扑结构也不同于“看见运动”或“闻到鱼”的拓扑结构。

这个晶状体不同于机械的、因果交互作用的底层网络，因为前者是现象性体验而后者是一个物质事物。该理论假定宇宙中有两种不能彼此还原的属性——心智的和物理的。它们通过一个简单却复杂精致的规律——整合信息的数学相关联。

晶状体是从内被观察到的系统。它是头脑中的声音、头颅中的光亮，是你关于世界所知的一切。它是你唯一的实在，是体验的实质。由于上万亿维度空间中独特各异的晶状体，忘却往事者的梦、禅修僧人的正念和癌症患者的极大痛苦都有各自不同的感受，这确实是一个让人欢欣的景象。整合信息的代数学转换为体验的几何学，这证实了毕达哥拉斯的信念，即数学是终极实在：

数是形式和观念的标尺，是产生神灵和恶魔的原因。

莱布尼茨可能会对整合信息很满意。

这个理论能被用于建立一个意识仪（consciousness-meter）。这个小装置能用彼此进行交互作用的组分所构成的任何系统——无论是湿的生物回路系统还是蚀刻在硅上的系统——的布线图来评估那个系统所具有的意识状态的大小。这个意识仪扫描网络的物理电路，通过读出它的活动水平来计算Φ值和该网络当下正在体验的感受质的晶状体的形状。整合信息理论还需要发展几何微积分，以便决定这个晶状态体的形状代表的是脚趾的疼痛还是满月下玫瑰的芳香。

我已经谨慎地强调任何网络都拥有整合信息。这个理论在这一点是非常明确的：如果系统的功能连接和体系结构能产生一个大于0的Φ值，那么这个系统至少拥有一点体验。它包括在这个星球上每个活细胞中发现的变化多样的生物化学和分子调控的网络，也包括由固态器件和铜线组成的电子电路。的确，在一篇写给计算机科学家的论文中，朱利奥和我认为，人工智能在模仿人类智能时那些难以捉摸的目标最终将由联合和整合世界海量信息的机器来实现。它们的处理器将拥有很高的Φ值。

无论有机体或人工物是来自动物界的古老王国还是来自其近期的硅产物，无论这个东西是用腿走路，用翅膀飞，还是用轮子滚动，如果它同时拥有分化和整合的信息状态，那么它感觉起来就像一个系统；它有了一个内在视角。与这些东西关联的现象体验的复杂性和维度可能极不相同，但每一种现象体验都有它自己的晶体形状。

通过这个测量，在21世纪，数以亿计的有感觉能力的人工物（如个人计算机、植入式处理器和智能电话）将加入到居住于地球上的、数以万亿计的有意识有机体当中。在孤立状态下，这些人工物可能具有最低限度的意识，它们是照亮黑暗的火花；联合起来，它们照亮了现象空间。

想想这个星球上通过网络互相联结的所有计算机（约有几十亿台），每一台都由数以百万计的晶体管组成。遍及这个网络的晶体管总数（数量级是10^{18}）是单个人脑中突触数量（数量级达到10^{15}）的1000倍以上。在中央处理单元中一个晶体管的典型门（typical gate）只与少量的其他门相联，而一个单个皮层神经元却与成千上万的其他神经元相联。换言之，神经元组织所获得的信息整合度是二维硅技术难以模仿

的。

然而，这个网络可能已经具有感觉能力了。但我们通过什么迹象识别它的意识呢？在不远的将来它会自行开始行动，通过它的自治性以一种令人忧虑的方式让我们感到惊讶吗？

其含义并不止于此，甚至简单的物质都有一点点Φ。质子和中子是由在孤立状态下无法被观察到的一个三联夸克构成的，它们构成了一个极微小的整合系统。

因为假定意识是宇宙的一个根本特征，而不是涌现于更简单的要素，因此整合信息理论是一种精妙的泛心论版本。所有事物在某种程度上都具有感觉能力的这个假设，因为它的优雅、简单性和逻辑一致性而极为吸引人。一旦假定意识是真实的并且在存在论上有别于其物质基质，那么你会很容易得出整个宇宙充满了感觉能力的结论。我们被意识环绕和浸没，它在我们呼吸的空气中，在我们脚踩的土地中，在寄生于我们肠道的细菌中以及使我们能够思考的脑中。

苍蝇的Φ实际上远远低于当我们处于深睡时体验到的Φ，更不用说细菌和粒子了。它们至多对某物有一种模糊和无差别的感受。因此根据那个测度，一只苍蝇的意识程度要比处于深睡中的你还要低。

当我谈论泛心论时，我常常不被人理解并且遭受白眼。这样一个信念违背了人们持有的强烈直觉，即感觉能力是人类及少数几个近缘物种才拥有的。但在我们还小的时候，当长辈最初告诉我们鲸不是鱼而是哺乳动物时，我们的直觉也会犯错，我们将不得不习惯它。除非我们有支持我们观点的理论，否则我们或许不能确认原子意识的真伪。

泛心论不仅在佛教而且在西方哲学中都有一个古老而传奇的谱系：

从米利都的泰勒斯（一位前苏格拉底的思想家）到希腊时期的柏拉图和伊壁鸠鲁、启蒙运动的斯宾诺莎和莱布尼茨、浪漫主义时期的叔本华和歌德并一直到20世纪。

这使我想到了耶稣会教士和古生物学者德日进。他参与了北京猿人（一种直立人的化石成员）的考古发现，其最著名的著作——《人的现象》（The Phenomenon of Man），因为罗马天主教会禁止其出版，直到他去世后才面世。在书中，借助达尔文的演化学说，德日进形象地描述了精神在宇宙中的出现。他的复杂性规律断言，物质有一种组织成日益复杂的组群的内在冲，而复杂性孕育了意识。德日进对泛心论态度鲜明：

我们被迫在逻辑上假定某种心灵的……初级形式存在于每个微粒（corpuscle）中，甚至存在于那些（大分子以及之下的）微粒中，它们复杂性的层次很低以至于无法感知到它（即心灵）。

德日进并没有停留于分子层面。不，他继续上溯到精神。在动物中，意识的原始形式因为自然选择的力量而高度发展。在人类中，觉知转向了自身，产生了自我觉知。正是在这个语境中，朱利安·赫胥黎（Julian Huxley）宣称："演化不过是物质意识到它自身。"复杂化是一个不间断的过程，现在它进入到心智圈，无数人的心智的交互作用非常明显地表现于当代城市社会中：

一个光晕从有意识反思的第一个火花逐渐向外扩散，着火的点变得更多，火光在日益扩展的圆环中扩散，直到最后整个星球被炽热覆盖。它确实是一个新层次，即思维层次，它……已经超越了植物和动物的世界。换言之，在生物圈之外和之上，存在这个心智圈。

如果这个互联网的守护神存在的话，那么它应该是德日进。

没有任何理由让我们相信，复杂化应该终止于我们这个太阳系的蓝色星球边缘。德日进相信整个宇宙朝着他所称的欧米伽点（the Omega point）演化，这时宇宙通过将复杂性和协同性最大化而得以觉知自身。德日进的观点是吸引人的，因为他的根本观点与（由变异量测量的）生物多样性和复杂性随演化过程而增加这个趋势相容，它也与我在这里已概述的整合信息和意识的观点相容。

可是，我们还是不要太过激动。朱利奥的整合信息理论详细阐述了蜜蜂的意识区别于有大尺寸脑的双足动物意识的方式，并就如何建造有感觉能力的机器做出了预测，提供了蓝图，泛心论却没有。

整合信息理论还在初始阶段，它没有讨论系统输入与输出之间的关系（不像著名的关于智能的图灵测试）。整合信息涉及发生在系统内部的因果交互作用，但它不涉及它与外部环境的关系（尽管外部世界在演化过程中深刻地塑造了系统）。这个理论也没有解释记忆或计划活动。我并没有宣称它是意识的最后理论，但它是朝正确方向迈进的一步。如果最终它被证明是错的，其错误也将以有趣的方式阐明了意识这个问题。

一个谦逊的临别想法

弗朗西斯·培根（Francis Bacon）和笛卡尔是科学方法之父。培根长于笛卡尔20岁，在许多方面他是笛卡尔的英国对手。笛卡尔是演绎理论家的典范，演绎理论家受一个支配性原则驱使去寻找普遍规律，培根是一个完美的经验主义者，他以一种归纳方式审查自然现象并按数据说话。科学在自下而上的培根式分析与自上而下的笛卡尔式分析的相互作用中一直顺畅有序地发展着。尽管有反对者，但通过将经验实证和临床

研究、数学理论组合在一起，科学最终将理解意识并且逐渐建造出有意识的人工物。

让我以一个谦逊的请求结束本章。宇宙是一个陌生之处，我们对它仍知之甚少。仅仅在20年前，科学家才发现构成恒星、行星、树木、你和我的物质只占宇宙中物质-能量的4%，另外1/4是冷暗物质，而余下的是称之为暗能量的奇异东西。宇宙学家并不清楚什么是暗能量或它遵循什么规律。正如小说家菲利普·普尔曼（Philip Pullman）在其三部曲《他的暗物质》（His Dark Materials）中所设想的那样，这些幽灵般的物质与意识之间存在某种短暂联系吗？几乎不可能，但仍然……我们的知识不过是照亮环绕我们的巨大黑暗的一点火花，它在风中忽隐忽现。因此，在对意识来源的探索中，我们应该对其他合理的替代解释持宽容的态度。

第9章

在这一章，我将概述一种测量意识的电磁小装置，描述利用基因工程追踪小鼠意识所做的努力，并发现自己正在建立皮层观测台。

对于恒星这个主题，最终不可还原为简单视觉观察的所有研究……必然会被我们否定……我们将无法通过任何手段研究恒星的化学成分。

——奥古斯特·孔德，《实证哲学教程》（1830~1842年）

意识是实在的一个根本的、不可还原的方面吗？或者正如大多数科学家和哲学家相信的那样，它来自有组织的物质？在我死之前我想知道答案，所以我无法承受永远的等待。哲学争论令人愉悦甚至是有用的，但它们不解决根本问题。发现物质之水如何转变为意识之酒的最佳途径是通过与理论发展相结合的实验。

目前，我将不考虑如下的琐碎争论：意识的确切定义是什么？意识是否是无法影响世界的副现象？或我的内脏是否有意识但却无法告诉我它有意识。这些问题最终都有必要进行研究，但对它们的担心现在只会妨碍进步。我们不要被哲学的哗众取宠和意识的“难问题”将始终伴随我们的主张欺骗。哲学家经营的是信仰体系、简单的逻辑和意见，而不是自然规律和事实。他们提出有趣的问题，这些问题造成一些迷人的和具有挑战性的困境，但他们关于预言的历史记录是平庸的。考虑一下这一章对法国哲学家、实证主义之父奥古斯特·孔德的引用。他曾经自信地宣称我们永远无法理解恒星的物质构成，但之后仅仅几十年，恒星的化学成分就由光线的光谱分析推导出来了，这直接导致了气体氦的发现。相反，倾听一下具有良好预言记录的学者弗朗西斯·克里克的话：“谈论超出科学范围的事物，是非常轻率的。”没有任何理由阻止我们最终理解现

象心智是如何适合物理世界的。

我的进路是直接的，但我的许多同事认为它是不明智的、幼稚的。我将主观体验作为既定的，并假定脑活动对体验任何事物是充分的。而尽管内省和语言对社会生活必不可少并且支撑着文化和文明，但它们对体验某个事物是不必要的。这些假定使我们以前所未有的精度来研究人和动物意识的脑基础。让我给你举两个例子来说明我的意思。

严重受损患者的意识测量仪

当你从无梦的深睡中被惊醒，你不会记得任何事情。这一刻你回顾白天发生的事情，而你知道的下一件事就是你在这个清晨醒来。与快速眼动（REM）睡眠（这时往往伴有生动奇异的梦境体验）不同，意识在非快速眼动睡眠期间处于低潮期。可是在身体睡眠时，脑却是活跃的，要证实这一点，只要看看睡眠脑的EEG痕迹，这时脑的EEG的特征是慢的、深的规则波。此外，皮层神经元的平均活动同完全清醒期间的活动相同。所以为什么那时意识会消退？上一章所讨论的朱利奥·托诺尼的理论预测：如果深睡眠时比清醒时的整合程度低，那么就会出现意识的消退。

朱利奥和他的年轻同事马塞洛·马西米尼（Marcello Massimini）（现为意大利米兰的教授）开始着手证明这一点。他们通过一项称之为经颅磁刺激（trans-cranial magnetic stimulation，TMS）的技术将一个单一的、磁能高场脉冲发送到志愿者的脑中。他们用一个塑料绝缘线圈箍住头皮进行放电，最终在颅骨下的灰质内诱发短暂电流（由于皮肤受到刺激，被试会感觉到轻微刺痛）。这个脉冲激发了脑细胞和附近的通道纤维，它们反过来将引起与突触连接的神经元做出在颅内的一连串反

射活动。在不足一秒钟内，这个应激反应消失了。

当被试安静地休息或者睡着时，朱利奥和马塞洛用64个电极操控头皮。当被试醒着时，跟随TMS的EEG显示出快速复发波的一个典型的消长变化模式，它持续1/3秒左右。对EEG信号的数学分析揭示，一个高振幅电位的热点（位于TMS线圈的上方）会从前运动皮层传送到与另一个脑半球相匹配的前运动皮层、脑后部的运动皮层以及后顶叶皮层。可以将脑想成一个巨大的教堂钟，TMS装置为钟槌，一旦敲击，一个精良的铸钟将以其特有的音高回响相当一段时间。醒着时的皮层也是一样，它会一秒嗡嗡响10～40次。

相反，在被试睡着时，他的脑表现得就像一个受到抑制的、严重失调的钟。尽管其EEG最初的振幅比被试醒着时要大，但持续时间更短，并且它不会穿过皮层向其他连接区反播。尽管从强的局部反应看神经元仍然活跃，但神经元的整合却瓦解了。正如预测的那样，那些在被试醒着时出现的典型的脑电活动（它们是一些在空间上分化和在时间上富于变化的序列）现在几乎不见了，自愿接受全身麻醉的被试也同样如此。与朱利奥的理论一致，TMS脉冲总是产生一个简单反应，这个反应是局部的，它表明皮层-皮层之间交互作用的瓦解和整合程度的降低。至此，这个理论的比分是1：0，但它会变得更好。

我在第5章介绍过植物状态的患者。这些患者罹遭严重的脑创伤，但他们还是活下来了。尽管保持着睡-醒的周期性唤醒，但他们严重残疾，卧床不起，没有任何有目的的行为。相比之下，处于最小意识状态（minimal conscious state，MCS）的患者有非反射性反应的波动迹象，诸如用眼睛追逐一个目标或对简单指令有言语或手指反应。尽管意识已经从处于植物状态的患者身上消逝，但在MSC患者身上还部分保留。

神经病学家史蒂芬·洛雷（Steven Laureys）、马塞洛·马西米尼、朱利奥以及他们的同事测量了这类患者脑整合的范围。他们对睁开眼睛的患者实施顶叶或额叶的TMS脉冲检测。结果是明确的，（当确实有任何反应时）处于植物状态的患者有简单和局部的EEG反应——通常是一个缓慢的、单一的正-负波，这非常类似于深睡眠和麻醉反应。相反，在MCS患者中，磁脉冲触发了在健康清醒的被试身上可预期的复杂电反应，该电反应具有跨不同皮层位置的多重病灶（foci）。此外，他们又从重症监护室中醒来的患者中招募了五名患者。三个最终恢复了觉知，另外两个没有。在最终恢复的患者中，在他们的意识恢复之前出现的是对磁脉冲的延长和复杂化的EEG反应——这些反应从单一的局部波进展到更丰富的时空模式。换言之，马西米尼-托诺尼评估整合的方法可以充当一个粗略的意识仪，评估严重受损患者的意识水平。它与具有少量电极的EEG装置组合的小型TMS线圈能轻易地组装成一个临床实践的仪器。皮层-丘脑的整合度在有意识期间要高于在植物的、非意识状态期间，基于这一点，研究者能增加真正无意识的患者与部分或完全有意识的患者之间的区分精度。

运用光遗传学追踪意识的踪迹

当你深入观察狗的眼睛时，你会发现，它的心智与你的不同，但却与你的心智相关。狗和人都体验生命。人是特别的以及他们受意识的眷顾而凌驾于所有其他生物之上，这个观念根源于犹太教-基督教所抱持的信仰，即在事物的秩序中我们占据优选地位，这是一个源自宗教而没有经验实证基础的信念。我们不是特别的，我们只是无数物种的其中之一。我们是不同的，但其他每个物种也是如此。从科学角度看，这意味着我们能够在其他有感知能力的生物中研究意识。

但在我们这样做之前，需要处理一个急迫的伦理问题。人类凭借什么权利使其他物种服从于自己的欲望？这当然是一个复杂的主题。但是一言以蔽之，唯一可能的正当理由是减少那些生物的可预防性痛苦，它们因其内省习惯特别容易遭受这类痛苦，而这种生物就是人类。

我见过一条狗，它的后腿在一起驾车逃逸的事故中被压断。兽医让它骑上一种双轮车，这使它能通过两条腿和两个轮子来运动。它的运动和活动模糊不清，但它是我见过的最快乐的狗，似乎完全忘记了自己的损伤，仅仅看着它就会使我悲戚。它没有认知装置去仔细考虑如果那天汽车没有撞上它，它会怎么样，会如何东奔西跑。它活在当下。而我们人类“被赐予”前额皮层，这允许我们将自己投射进不同的未来，想象可供选择的生活，即本可以是什么的生活。人类具有的前额皮层使得相似的残疾——设想一个退伍军人，他被路边爆破炸掉一处或多处肢体——在人身上会变得更加难以承受。

以一种侵害的方式对动物进行研究，这在伦理上唯一正当的理由就是这类研究能够减轻人类的痛苦。我的一个女儿死于婴儿猝死综合征；我的父亲饱受帕金森症的折磨；一个朋友在精神分裂症爆发期的痛苦挣扎中自杀了；而在生命的尽头，阿尔茨海默病等待着我们大多数人。消除这些以及其他折磨脑的疾病需要做动物实验，这些实验需要实验者的关爱和慈悲之心，（只要可能）还需要动物的合作。

当实验对象从人转到动物，我们可以直接探测动物的脑，这是在人身上不可能做的，而我们失去了被试向我们报告其体验的可能性。但婴儿和严重残疾的病人也无法做到那一点。所以，我们必须想出更聪明的方式通过观察动物的行动去推断这个动物正在体验什么，正如父母对他们的新生儿所做的那样。

心理学家和神经科学家研究知觉和认知所选择的生物体是旧大陆猴（Old World monkeys）。它们不濒临灭绝，并且它们大脑皮层的许多沟和回与我们的相类似。但人脑有3磅（1500克）重，包含860亿个神经元；猴子的脑则轻得多，重3盎司（86克），包含60亿个神经元。正如我在第4章中讨论过的，猴子像人一样能感知到许多视觉错觉。这意味着我们能够以用微电极听和用显微镜观察单个神经元活动的方式来研究视觉知觉的机制。

可是我已经提到的一个惊人的技术突破使得卑微的老鼠——其脑重量不足0.5克，仅有7100万个神经元，成为科学家们最有可能首先识别意识的细胞踪迹的有机体。

新一代的每个天文学家都会发现宇宙远比他们前辈想象得要大，这也同样适用于脑的复杂性。每个时代最先进的技术，当应用于脑研究时，会不断地发现更多层的嵌套复杂性，就像一组永无止境的俄罗斯玩偶。

动物是由大量的不同细胞类型构成，诸如血细胞、心脏细胞、肾细胞，等等。同样的原理也适用于中枢神经系统。在神经系统中，可能有多达1000种不同亚类型的神经细胞和配角——胶质细胞和星形胶质细胞。每种细胞类型由特定的分子标记、神经元形态、位置、突触架构以及输入-输出加工所定义。在视网膜上，大约有60种神经细胞类型，每一种完全铺满视觉空间（这意味着视觉空间中每一个点至少由每种类型的一个细胞所加工）。这个数字大概对任何一个脑区而言都是有代表性的。

不同类型的细胞以特定的方式被连接。在新皮层中有一个较深的第5层，该层的锥体神经元的细如蛛丝的输出线（即轴突）蜿蜒伸至相隔

较远的中脑内的丘系（colliculus），同时一个附近的锥体细胞的轴突在发送其峰值穿过胼胝体到达另一个皮层半球之前使侧枝进入其直接的相邻区域。可是还有一个锥体细胞向后传递其信息至丘脑，通过一个复本（经由一个分支轴突）传递到网状核。一个合理的推测是：每种细胞类型都向其目标传达了一个独一无二的信息（否则一个分叉去激活不同目标的单一轴突就足够了），而且还有许多局部的、受抑制的中间神经元，每个都有其自身独特的减弱其目标的方式。所有这一切都有利于一个与大量组合回路图案交互作用的非常丰富的细胞-细胞基质。想象一个由1000种颜色、形状和大小各异的不同乐高积木（LEGO）砌成的建筑体。人的大脑皮层包含选自这些类型的160亿块积木，这些积木根据难以置信的精细规则组装在一起，诸如只有在它临近出现一个黄的2×2瓦片和一个绿的2×6的块时，一个红的2×4的砖块才与一个蓝的2×4的砖块连结。由此在脑中形成的互联性是极为复杂的。

诸如功能磁共振成像（fMRI）的容积组织技术能可靠地识别出哪些脑区与视觉、图像、痛苦或记忆有关，这是颅相学思维的复活。脑成像记录100万个神经元的动力功耗，而不论它们是兴奋还是抑制，是局部投射还是全局投射，是锥体神经元还是多棘的星状细胞，都无法分辨极为重要的回路层次的细节，因此它们不足以应对当前任务。

随着我们对脑的理解的成熟，我们想要干预和改善许多使心智深受其害的病理状态的愿望也在相应地增强。可是今日的工具——药物、脑深处电刺激和经颅磁刺激，还很简陋、迟钝并且有许多不良的副作用。我加州理工学院的同事大卫·安德森（David Anderson）把它们比作试图给引擎注满油来改变汽车的油料状况：其中的确有一些最终会渗到恰当的地方，但大部分油流到的地方所造成的结果是弊大于利。

一项融合分子生物学、激光和光学纤维的技术突破，被称之为光遗

传学（optogenetics）。它是根据三位致力于单细胞绿藻的光感受器研究的德国生物物理学家——彼得·赫格曼（Peter Hegemann）、欧内斯特·班贝克（Ernst Bamberg）和乔治·内格尔（Georg Nagel）的根本发现提出来的。这些光感受器直接（而不是间接，就像你眼睛中的那些光感受器）将进入的蓝色光转换成兴奋的、正向的电信号。这三个人将这种蛋白质基因——一个跨越所谓光敏感通道-2（ChR2）的神经元膜的光学门控离子通道隔离。班贝克和内格尔随后与来自斯坦福大学的神经病学家和神经生物学家卡尔·戴瑟罗斯（Karl Deisseroth）以及目前在麻省理工学院工作的神经工程师艾德·博伊登（Ed Boyden）进行了富有成效的合作。

该团队提取了ChR2基因，将其植入到一个小病毒中，并借助这个病毒感染神经元。许多神经元接受外来指令，合成ChR2蛋白质，并将不合适的光感受器纳入它们的膜中。在黑暗中，感受器静静地呆在那里，对宿主细胞无明显影响。但是一闪而过的蓝光的照射会使每一个细菌光感受器都轻微影响其宿主细胞，它们的集体行动会产生一个动作电位。每次当这个灯被打开时，细胞就会可靠地、精确地发放一次峰值。因此，通过蓝光精确地定时穿刺，神经元会受驱动从而发放峰值。

生物物理学家将另一个自然出现的光敏蛋白质增添到他们的工具箱。它源自生活于撒哈拉干盐湖中的古老细菌。当黄光照射在它上面时，会产生一个抑制的、负向的信号。使用相同的病毒策略，可以制造一个神经元，它能在其膜内稳定地合成任一类型的蛋白质，以至于它能被蓝光激活或被黄光抑制。每次蓝闪光诱发一个峰值，就像按下一个钢琴琴键时听到一个音符；一道同时发生的黄闪光会阻止一个峰值。在个体神经元水平上以毫秒的精确度控制电活动的能力是前所未有的。

这项技术的益处甚至更深远，因为携带光感受器基因的病毒能被修

改为携带一个有效载荷（催化剂），它以适当的分子标记仅仅开启细胞内的病毒基因指令，所以应激反应不是激发特定邻域内的所有神经元，而是局限于合成特定神经递质的神经元或向特定位置发送其输出的神经元。所需的一切是特定细胞类型的分子邮编，例如所有皮层抑制的中间神经元，它们传递了激素的生长抑制素。它们为什么合成这种物质，这与这种蛋白质能被用作标识这些细胞的一个独一无二的分子标记（它使细胞易于被激光激活或抑制）的事实不大有关。

通过将ChR2引入位于老鼠大脑深处的外侧下丘脑内的一个神经元子集，戴瑟罗斯（Deisseroth）的团队利用了分子标记这个性能。这里，不足一千个细胞会产生食欲肽（也被称之为下丘脑分泌素），一种促进觉醒的激素。食欲肽受体中的突变与嗜眠发作（一种慢性睡眠障碍）有关。在ChR2引入的这个操作之后，几乎所有食欲肽神经元都携带ChR2光感受器，但其他混合神经元则没有一个携带。此外，通过一个光纤传递的蓝光能精确和可靠地在食欲肽细胞中产生峰值波。

假如这项实验在老鼠睡眠时进行会如何？在没有分子标记这种特定基因操作的情况下控制这些动物时，几百个蓝闪光会在约一分钟后唤醒这些啮齿类动物。这是评价插入光学纤维这这类手术的影响的基线条件。当同样的光被传送给携带ChR2通道的动物时，这些动物会在半分钟内醒来。因为光照亮了脑的暗室并导致具有已知身份和位置的神经元的微小子集产生电峰值，因此它唤醒了这个动物。正是来自外侧下丘脑的食欲肽的释放驱动了这个行为。这个示范研究在脑神经元子集的电活动与睡眠-觉醒周期之间建立起有说服力的因果联系。

在过去几年里，几十个如此出色的、介入论（interventionist）的老鼠实验，教给我们一些涉及厌恶性条件作用、帕金森氏症、交配、雄性-雄性攻击和其他社会互动、视觉分辨和焦虑等的回路要素的东西。它

们甚至有助于恢复因视网膜退化而致失明的老鼠的视力。

各类使用基因工程的变换研究已经被开发出来。在某些变换研究中，一个蓝光脉冲一次会使一些神经元开启几分钟，同时黄光脉冲会再次关闭它们，这类似电灯开关。在遗传药理学（pharmacogenetics）中，当将某方面无害的一种化合物注入脑区时，它会打开或关闭以基因方式识别的细胞子集，以促使对神经元群的长期控制。在分子层面研究心智的神经工程师的工具集正在不断扩充。

来到新视域

2011年，我作为其首席科学主任加入西雅图艾伦脑科学研究院。这个非盈利性医学研究机构创立于2003年，微软创始人兼慈善家保罗G艾伦（Paul G.Allen）的慷慨捐助了创立该机构的种子基金。这个机构旨在推动神经科学研究的进步（“为发现加油”是它们的座右铭）。为了这个目的，艾伦研究所开展了一种独特的高效能的神经科学研究，这在学院环境中是无法完成的。它的旗舰产品是在线的艾伦鼠脑图谱，这是一个高度标准化的、达到细胞水平分辨率的、向公众开放的数字图谱，该图谱遍及鼠脑的老鼠基因组中的所有20000个基因表达模式。对于任何特定基因，你可以上网查阅其相关的核糖核酸（RNA）在脑中的位置（依原位混合协议绘制）。在人类对哺乳动物的脑回路如何建构的缓慢增加的理解中，这个大规模的项目是一个重要里程碑。额外的在线公共资源包括人脑图谱和鼠脑中神经投射的图谱。

该研究院目前正寻找理解神经信息如何被编码和转换的方法。天文学家、物理学家和工程师建造出观察遥远时空的星载望远镜和地面望远镜，从而见证宇宙及其星球成分的源起。这些天文台需要花10年或更长

时间来建造，需要数百上千的技术人员和科学家的专业知识。我们正处在建造心智“天文台”的计划阶段，心智“天文台”旨在观察心智如何在（颅骨下的）脑中运行。我称其为“心智探测镜项目”（Project Mindscope）。这个实验的挑战在于：当老鼠参与一些视觉行为时，如何使用光学仪器、电子设备和计算机观察数以万计的基因上可识别的回路元件的同步激发活动。

尽管我渴望理解意识，但为什么我使用老鼠而不是在演化上更接近智人（Homo sapiens）的猴子呢？是的，一方面在基因和神经解剖上，鼠脑与我们有许多相似性：它有一个小且光滑的，有1400万个神经元（比我们少1000倍）的新皮层。一小块鼠脑皮层与一块人的灰质没有什么不同，但最重要的是，它非常适合基因操作。在所有脊椎动物中，人们目前对老鼠分子生物学（即其DNA如何转录成RNA并转化成蛋白质）的理解是最透彻的。20世纪70年代中期，重组老鼠DNA的技术首次被开创，并且创造转基因老鼠已经是一项成熟技术。对我的探索至关重要的一点是：研究者正在破解主要神经细胞类型的独特分子邮编以及它们投射到什么地方。艾伦研究院的曾洪奎（Hongkui Zeng）擅长利用这个基因地址簿处理老鼠——健康动物（它们的神经元能传递ChR2，以便使进入脑的亮光会触发敏感神经元的一连串峰值）或其他动物（当被适当波长的光照射时，它们受抑制的中间神经元会发出荧光和怪异的绿光或番茄红光）。

这项光学与遗传学奇妙结合的意义在于它允许检测有关心智回路的非常具体的观念。当在老鼠眼前闪烁一个图像时，考虑一下被触发的峰值波。它上行到视神经，进入初级视觉皮层并从这里达至其他8个视觉区，穿过运动层质，然后下达至控制头、前脚掌或其他肢体的运动神经元。第4章概述了弗朗西斯·克里克和我的猜测，一个单一的这类峰值波

会触发一些简单的行为，例如在几百毫秒内推一个杠杆但却没有产生一个有意识的感觉。第6章提到了我们所有人整天都从事的许多这类僵尸行动。我们假设：一旦涉及皮层-皮层反馈通路或皮层-丘脑反馈通路，意识就会产生，这些反馈回路在共同强烈激发的神经元联合体中建立起显示自身的反射活动，在某些方面这与物理学中的驻波观念有关。当神经活动从高层级视觉皮层向下传播到低级区或从脑的前部传播到后部，由这个神经元联合体表征的整合信息将蜂拥而来，由此引发了有意识的感觉或思想。

现在研究者能在适当处理过的老鼠身上检验这种假设：以任何一种视觉识别行为训练它们，然后瞬时关闭从较高皮层区反馈回较低皮层区的线路。如果弗朗西斯和我是对的，那么天生的、刻板的或高度预演的视觉-运动行为将只受到最小的影响，但依赖老鼠意识的复杂行为将失败。检验我们的假设，这要求训练老鼠对视觉双稳态错觉（optical bistable illusions）做出反应，从背景区分出图形，或学会将视觉界标与一口美味的食物相关联。如果皮层-皮层反馈在整个脑中被关闭，我们将创造真正的、没有现象体验的僵尸老鼠！如果反馈被重新激活，有意识的感觉就会恢复。

斯坦尼斯拉斯·迪昂做的一个经典的fMRI实验，这个实验比较了可见的、短暂一闪而过的词与这同一个呈现相同时间，但因掩蔽而不可见的词之间的差异（见第4章）。对该词有意识的觉知激活了前部和后部的相当大一批脑区，反之，当该词不可见时，血液动力学的活动则局限于一小批脑区。另一个不同的研究团队也得出了同样的结果，但他们使用的是声音掩蔽而不是图像掩蔽。一个阈下刺激仅能唤起微弱的活动，反之被有意识地知觉到的刺激会被放大很多倍。没有任何理由不能在老鼠身上重复进行这个实验的一个改变方案，但现在需要用多组微电极或共

焦双光子显微镜来观察所有神经元，它们支撑与有意识知觉相关的广泛激活。

人们对由丘脑-皮层复合体构成的巨大的、异质的和缠结的网络结构和功能进行了系统而全面的研究，但这些研究不能被高估。短短几年内，艾伦研究院将对构成老鼠皮层的所有细胞类型及其输入给出一个完整的分类。的确，解剖学如此重要，以至于我现在将这个最初的神经科学家——西班牙人圣地亚哥·拉蒙·卡哈尔（Santiago Ramón y Cajal）绘制的啮齿类动物皮层的微回路图纹在左上臂，这个举动是对我矢志探索的一个无声证明。

这是些激动人心的时刻。西雅图有壮观景色、户外文化和自行车道，我在此享受人生。但有时有点苦恼，因为我还是加州理工学院的教授，需要指导一大群学生和博士后研究员。不过我始终是不知困倦的那一派人。

在分子-细胞水平上，生物学正面对前所未闻的复杂性和特异性。当物质被设想为由古希腊的四种经典元素土、水、气、火构成的混合物时，化学没有取得任何进展。对于意识，情况亦是如此。现象体验不是产生于活动或沉默的脑区，而是产生于神经元联合体的不断形成和分解中，而神经元联合体的复杂性和表征能力才是与我们最亲密的思想的最终基质。

第10章

在这一章，我将审慎思考最后一些问题，这些问题被认为是有教养的科学话语之禁区：科学与宗教之间的关系、上帝的存在、上帝是否介入宇宙、我导师的病故以及我最近的艰辛。

我短暂的人生，其之前和之后都淹没于永恒之中，我甚至能看到，我占据的这个狭小空间也淹没在无限大的空间中，不仅我对这个广袤无垠的空间懵懂无知，而且这个空间也并不知晓我的存在。当想到这些时，对于自己为何处于此处而不是彼处，我感到既害怕又吃惊，因为这一切毫无理由。谁带我至此？依谁的命令和指令将这个空间和时间指派给我？……无限空间的永恒沉默让我惶恐。

——布莱兹·帕斯卡，《思想录》（1670年）

生命接近尾声时，保罗·高更（Paul Gauguin）在塔希提岛（Tahiti）画了一幅令人难以忘怀的杰作——《我们从哪里来？我们是谁？我们到哪里去？》（D’oùvenons nous？Que sommes nous？Oùallons nous？），它完美地囊括了令我沉迷的三个问题：我们（人、狗和其他有情众生）从哪里来？我们是谁？我们到哪里去？我是一名自然科学家。我有一个根深蒂固的渴望，想去寻找这些问题的答案、理解物理宇宙和意识。我试图领会整桩事情，不是以神秘主义那种狂喜体验（我在圣盖博山（San Gabriel Mountains）的高海拔区奔跑数小时曾有过这种体验），而是以一种理性的、理智的方式。

最后这几页呈现了我对科学和宗教的个人反思（这个迟来的成熟过程，迫使我重新评估自己童年的信仰）以及一些自传式的片段，阐明我为什么关心自由意志问题。与学生和同事们接触后，我发现他们中有不

少人夜不能寐，对这些事情疑惑不解。这最后一章为你而写。

二元论、灵魂和科学

西方哲学的“长老”柏拉图将个体构想为囚困于物质的、终有一死的、身体内的非物质、不朽的灵魂。这个概念恰恰体现了（原文如此）二元论，二元论认为实在由两种截然不同的事物——心智的或精神的，物质的——组成。柏拉图通过他在公元前387年创办的学园传播他的理念。这是西方文明中的第一个高等教育机构。我称自己为雅典英雄阿卡迪默斯（Akademos）之后的一名学者，因为柏拉图学园所在的那片橄榄林就是以阿卡迪默斯命名的。

这些柏拉图的观点随后被《新约》（New Testament）吸纳。它们形成了基督教灵魂教义的基础，认为灵魂将在最后时刻复活，生活在与上帝的永恒融合中。对超越的、不朽的灵魂的信仰（这种信仰根植于意识深处）在思想史中不断重现，并被全世界许多宗教信仰所广泛分享。

许多读者不会与这样一种公然的二元论信仰有太多的共鸣。可是原教旨主义（它毫不妥协地拒绝理性的、人文的、自由主义的世界观，反之却要求严格遵守有关身体和灵魂的教义和核心信仰）却在世界范围内蓬勃高涨。这种情况既适用于极端的伊斯兰教的原教旨主义，也适用于基督教原教旨主义。而年轻人尤其愿意以他们特定的神的名义杀死异类和自杀。当尼采以发狂的语调宣称“上帝死了！”时，这不完全是他当时所想到的东西。

处理心-身问题的当代学术著作将上帝和灵魂弃置一边，如果这些著作确实提及它们的话，作者不屑地指出科学与这些陈旧的思维模式水火不容。这与三或四个世纪之前的境况大相径庭，那时书籍和建筑都题献

给上帝的伟大荣光！

笛卡尔这个启蒙运动的哲学家，假定世上每个事物都由两种实体中的一种构成。你能触摸的且有空间广延的这种质料是广延实体（res extensa），它包括动物与人的身体和脑。那些你看不见的、没有长度和宽度但却赋予人脑以生机的质料是思维实体（res cogitans），即灵魂质料。

我们脑的运行通常会与当时最先进的技术进行比较。今天，它是这张编织巨大的互联网。昨天，它是数字计算机。上世纪，它是在凡尔赛法国广场喷泉中众神、半人半兽的森林之神萨提尔、海神特里同、仙女纽墨菲和英雄的生动雕像。笛卡尔认为：像赋予这些简单机器以动力的水一样，“动物精神”流经所有生物的动脉、脑腔、神经管，使它们运动起来。在与中世纪的经院传统及其无止尽的玄思的彻底决裂中，笛卡尔为知觉和行动寻找到了机械论的解释。根据所掌握的关于脑和身体解剖的信息，他认为大多数行为是由以大小、形状和运动为特征的粒子的行动导致的。

但是笛卡尔却不知如何构想智力、推理和语言的机制。在17世纪，无人能够想象这些异常细致的、按部就班的指令（即今天我们称之为算法的东西）、无意识的应用如何使计算机下棋、识别面部和翻译网页。笛卡尔不得不诉诸于他的神秘的、飘渺的实体——思维实体，它以某种朦胧的方式进行思维和推理。作为一个虔诚的天主教徒，他认为思维实体仅局限于人，以此他捍卫了人与无灵魂的动物之间的绝对差别。正如他毫不含糊地写道，当一只狗被马车撞了，它可能会可怜地嗥叫，但它不会感受到痛。

我终其一生来探索心-身的纽结，如果说我在其中学到什么的话，那

就是：无论意识是什么，也不管它与脑有怎样的联系，狗、鸟和众多其他物种都拥有它。正如我在第3章中提出并在这最后一章中再次强调的那样，犬类的意识与我们的不同，原因之一是狗既无内省也无语言能力，但毫无疑问，它们也体验生活。

近来二元论的两个捍卫者是哲学家卡尔·波普和神经生理学家、诺贝尔奖得主约翰·埃克尔斯（John Eccles），他们在第7章已出现过。让我重申一下我在讨论他们关于自由主义的自由意志的观点时已经在那里提出的一点。他们提倡的二元论——认为心智迫使脑执行其命令——是不能令人满意，因为（早）在三个世纪前，波西米亚当时25岁的伊丽莎白女王就已对笛卡尔指出：非物质的灵魂以何种方式指挥物质的脑去实现其目标的？如果灵魂是不可言喻的，那么它如何操纵诸如突触这类现实的质料？理解脑对心智的因果作用很容易，反之却很难。心智到脑的任何交流必须与自然法则，尤其是与能量守恒定律一致。使脑运行——就像摆弄突触那样，要求灵魂必须做工作，而灵魂所做的这个工作必须得到解释。

脑与灵魂之间交互作用的本质不是唯一的问题。灵魂如何记住事物？它有自身的记忆吗？如果有，在何处？它遵循什么逻辑？当脑死亡时灵魂会怎么样？它是否飘荡在某种多维空间中，像幽灵一般？而且在身体出生之前灵魂在哪里？对这些问题，我们还没有取得与关于物质世界的知识相兼容的答案。

对于宇宙以及其万物，如果我们想真诚地探求一个单一、理性和理智上一致的观点，那么我们必须摒弃灵魂不朽的经典观念。这个观点深嵌在我们的文化中；它充斥于我们的歌曲、小说、电影、伟大建筑、公共话语和我们的神话中。科学已经迫使我们结束了我们的童年时代。成长令许多人心绪不宁，甚至让少数人无法忍受，但我们必须学会以世界

本来的样子，而不是以我们所设想的世界的样子来理解它。一旦我们摆脱奇幻思维，我们就有机会理解我们如何适合这个展现的宇宙。

在我们时代中，占主导地位的理智立场是物理主义，它认为最终一切都可还原为物理学，除空间、时间、物质和能量外，让你们无需诉诸于任何东西来解释世界。（远离物质主义的半色调的）物理主义因其形而上的稀疏性而备受注目。它没有做任何额外的假设。

相比之下，这种简单性亦可被视为一种贫乏。本书提出的一个论点是，物理主义本身太过贫乏而无法解释心智的起源。在上一章，我概述了一个强化物理主义的替代解释。它是属性二元论（property dualism）的一种形式：整合信息理论假定，有意识的、现象的体验不同于作为体验基础的物质载体。从信息的角度看，悲伤的体验是一个晶体，一个位于一万亿维度空间中的一个极其复杂的形状，其品质完全不同于引起悲伤的脑状态。有意识的感觉源自整合信息；因果性来自脑的底层物理学，但何以如此却难以理解。那是因为意识依赖于大于部分之和的系统。

想一想作为灵魂的21世纪版本的这个晶体。但，我（hélas），并非不朽。一旦底层的物理系统瓦解，这个晶体就不复存在。它重新回到未形成时的空虚之状，空虚之状是系统构成之前的所在。

然而，在此瓦解出现之前，构成这个晶体的因果关系可以被上传至计算机。这就是声名狼藉的“奇点”（Singularity），雷·库兹韦尔（Ray Kurzweil）和其他技术人员指望以这种方式使他们不朽——这的确让这些书呆子狂喜不已。一旦相关的整合信息被还原为电子模式，它就可以被复制或编辑，出售或翻印，同其他电子心智捆绑在一起，或被删除。

但如果没有某种载体，没有某种机制，那么整合信息就无法存在。

简单地说：没有物质，就没有心智。

宗教、理性和弗朗西斯·克里克

弗朗西斯·克里克例证了宗教与科学之间的历史敌意。在他宽容的、中产阶级的英式教养中，人们很难看到这种敌意，但与他的多次讨论让我明白，他认为（人们）有合理的理由摆脱上帝的世界，以严格基于自然力的解释取代对生命和意识的超自然解释。他打算将上帝永久地驱逐出理性和有教养谈话的领域。

弗朗西斯极为成功地实现了其理解生命的目标。尽管在前生命的世界中生命的起源仍然难以理解，但是理解生命演化的概念脚手架已经搭建好了。要讲述他在向第二个目标进军时还会取得多少成就，还为时尚早。

弗朗西斯对有组织宗教的反对富有传奇色彩。1961年他从剑桥大学丘吉尔学院（Churchill College at Cambridge University）辞职，为的是抗议在学院场地增设教堂的计划。弗朗西斯认为，在一所强调科学、数学和工程学的现代大学中，宗教不该有容身之处。温斯顿·丘吉尔爵士（Sir Winston Churchill）（那个已经建立的学院就是以其名字命名的）试图安抚他，因为他觉得建造教堂的经费系私人募集，而且并没有谁会强迫人们去那里参加礼拜。弗朗西斯给出的答复是，设立一项基金，该基金的用处就是建造一处与大学相关的妓院：没有谁会强迫人们利用妓院的服务，并且无论男人的宗教信仰是什么，这个妓院都要接待他们。在回信中，他还附上了10基尼的定金。可想而知，他俩再也没有进一步的通信交往了。

当我结识弗朗西斯时，他对任何形式的宗教思维的尖锐反对已经缓

和了很多。在他们山顶的家中，当我与他和奥黛尔（Odile）就餐时，我们偶尔会讨论罗马天主教会以及教会对演化、禁欲的立场，等等。他知道，我是从小就被培养为一名天主教并这样长大的，而且偶尔还参加弥撒。但是他从未深入探究我宗教信仰的基础，因为他是一个和蔼善良的人，他不想让我因为要为自己的信仰辩护而遭遇尴尬，尤其当我的宗教信仰并不妨碍我们在严格的经验实证的框架下理解意识的探索。

引人注目的是，在1994年出版的《惊人的假说》（The Astonishing Hypothesis）中，克里克概述了他对心-身问题的观点，他承认：“作为一种选择，某些接近于宗教的观点或许似乎更可信。”但他随即调和了这个令人吃惊的妥协，他写道：“第三种可能性始终存在；事实上存在看待心-脑问题的一种新的替代方式，它明显不同于许多神经科学家现今所持的粗糙的物质主义的观点，亦不同于宗教的观点。”这并不是一个对政治正确的表达，远远不是。与我所知的其他任何人相比，弗朗西斯对新的、替代的甚至激进的解释更开放，只要它们与绝大多数已经确立的事实兼容，是可证实的，并且会开启思想和实验的新大道。

自然神论，或作为神圣缔造者的上帝

存在主义者的最大谜题是，为什么存在一些东西而不是一无所有。当然，在尽可能少的假定的意义上，存在的最自然状态是空虚。我的意思不是指在物理学家那里被证明是充满活力的空虚空间。我指的是任何东西（空间、时间、物质和能量）都不存在，即纯粹的无，但现在我们存在于这里，这就是谜。

第一次世界大战时，作为一名战俘，年轻的路德维希·维特根斯坦（Ludwig Wittgenstein）写于壕沟中的《逻辑哲学论》（Tractatus

logico-philosophicus）表达了对这个谜的惊异：“神秘的不是世界是怎样的，而是它是这样的。”

宇宙学已经将这个问题追溯到创世本身，即那个无法想象的激烈的大爆炸。它发生在137亿年前，这个真正的时间深度完全超出了人类体验。尽管史蒂芬·霍金（Stephen Hawking）及其他人尽了最大努力，但恰恰在那里，物理学遇上了形而上学。

当万物都被压缩成一个无限致密的单一点时，是谁或什么为初始奇点设置了条件？它来自何处？难道适用于宇宙整体的“非无中生有”（from nothing comes nothing）原则不一样适用于其中的任何事物吗？支配宇宙的法则源自何处？谁或什么创立了量子力学和广义相对论？这些规律是必要条件吗？宇宙可能遵守其他规律而仍能保持自洽吗？不遵循量子力学的宇宙是可行的吗或者甚至是可想象的吗？

一个合理的解释是造物主，即过去、现在和未来都始终存在的一个最高存在。这个实体外在于时间，它创建了自然规律并以意志之力导致大爆炸产生。物理学随后规划了一个稳定的时空构造和我们的宇宙。在这最初的创造行为之后，这个神圣缔造者让宇宙自行其是，依偶然性和必然性自由地演化。最终，造物从原始黏泥中产生，并建造庙宇来颂扬这个最高存在。这是美国《独立宣言》（American Declaration of Independence）所谈到的造物主或神圣天意（Creator or Divine Providence）。正如对这样一个自然神的信仰所称的那样，托马斯·杰斐逊和本杰明·富兰克林是自然神论者。

科学对事物彼此交互作用的方式以及它们如何从一种形式转换为另一形式进行了有效描述。星系、汽车、台球、亚原子粒子以一定规律的方式运动，而这个方式可由数学来表达，因此是可以预测的，这没有什

么好惊讶。的确，恰恰由于这个“不可思议的”事态，一些物理学家和数学家，其中最著名的是阿尔伯特·爱因斯坦，相信这样一个造物者。想象一个如此复杂以至于难以理解的宇宙，这并不难。但自然神论者的上帝创造了一个宇宙，这个宇宙不仅对生命友善，而且可预言，以至于其规律性能被人类心智理解。

可是，我们在徒劳地为这样一个超自然力量的永恒存在寻找直接的经验实证的证据。上帝不会在我们的检验试管中留下任何残迹，亦不会在我们的气泡室留下任何踪迹。上帝也没有通过逻辑透露自己。作为天文学家-哲学家，伊曼努尔·康德认为，上帝存在的所有证据都有缺陷。没有任何坚不可摧的论证步骤会从不容置疑的命题得出上帝必须——乃至必然——存在的坚实结论。（相反，也无法证明上帝不存在。）此外，维特根斯坦保守地写道：“上帝没有在世界中透露它自己。”

20世纪70年代初，关于这个争论出现了一个新转折，即人择原理（theanthropic principle），该原理认为宇宙始终友善地对待稳定的、自我复制的生化系统。如果支配宇宙的物理常数和参数稍有不同，复杂分子以及生命都无法存在。在此意义上，“人择”是一个误称，因为这个原理并不是指人类生命；确切地说，它应该被称为“向生物的”，或者应该称为“亲生物的”原则。

以牛顿引力定律和库仑定律（它支配带电粒子相互吸引和相互排斥的方式）为例。两个定律具有相同的形式，这两个定律表明，力是任意两个粒子之间距离平方的函数，它会随着粒子之间距离的增加而衰减，差别仅在于衰变期之前的常数不同。有趣的是，为了形成我们所知的生命，两个相反电荷之间的吸引力必须恰好比它们之间的引力强10000兆兆兆倍。如果这两个力之间的比值差之毫厘，我们都不会出现。另一个宇宙约束是，宇宙中的所有带正电荷粒子的总数必须等于所有带负电荷

粒子的总数；否则，电磁将支配引力，而恒星、星系和行星则无法形成。电子数量跟质子数量比起来相当于兆兆兆分之一。如果强核力微强于或微弱于它的实际值，那么要么是只有氢存在，要么是不会有比铁重的元素存在。如果宇宙扩张过快，那么质子和中子无法在原子核内结合。如果宇宙的初始膨胀稍稍慢点，那么组成早期宇宙的炙热泡会因为太热而使原子核无法形成。简言之，必须出现一个数量上的惊人“巧合”，才会引起一个在足够长的时间内稳定的、有足够多样的化学元素从而能够支撑复杂碳基生命形式的宇宙。

有些人认为人择原理是同义反复：如果宇宙对生命不友善，就不会出现像我们这样能进而沉思它的存在者。这假定：在时间或空间中，存在不计其数的、不适宜生命居住的平行宇宙，而我们恰巧生存在一个有利于生命存在的宇宙中。麻烦的情况是，我们不知道其他那些宇宙，因为它们从未被发现过。或许我们生活在一个多元宇宙中，它包含无数的互不影响且不可观察的宇宙。这极有可能。但有不计其数的世界存在这个想法是一个极强的假定，与操纵物理定律从而有利于生命形成的最高缔造者的假设一样，这样的假定也是权宜之计。

人择原理引发的热烈争论还没有显示出任何停歇的迹象。

余下的既不是经验实证的知识也不是逻辑的确定性，而是宗教信仰。一些人，诸如物理学家斯蒂芬·霍金和莱昂纳德·蒙洛迪诺（Leonard Mlodinow），表达了这样一种信念：一个被称之为M-理论的还未证实的物理理论将证明，宇宙为什么以这样的方式存在。其他人认为这不过是一张可疑的期票，而他们自己则信奉不同的原理。

有神论，或作为介入者的上帝

上帝拥有什么力量？最高存在在它的创造中能影响事件的过程吗？毕竟，只要意图纯净，信仰真诚，那么人们祈祷时就会期待上帝会倾听他们的声音，并代他们求情以治愈生病的孩子，挽救一个摇摇欲坠的婚姻或保佑一项新业务。如果上帝不能做其中任何一件事，又何必麻烦去求上帝呢？（在此我不关心祈祷可能具有的有益的心理效应，诸如减轻焦虑，我追求一个更大的目标。）

有神论信仰的上帝，是一个介入宇宙的积极行动者。有神论能同科学相容吗？当宇宙之外的、不服从自然法则的一些事物导致宇宙内部一些事物发生时，人们会说到奇迹。因此，这个问题需要改述一下：奇迹与科学相容吗？回答是断然不能。

（根据《新约全书》）以耶稣的首次公开行动为例，在迦南（Canaan）的一个婚礼上他将水变成酒。这违反基本原则，即质能守恒。构成酒的芳香剂和乙醚分子必定来自某处，水分子可以转化为构成酒的碳和其他元素及分子，但是这个壮举需要核聚变带来的巨大能量。像这样的事还从未报道过。

每次测试这个守恒原理，人们都发现它是可靠的，无论是针对无穷小的事物，还是针对无法想象的巨大事物。因此，发生在迦南的奇迹根本不可能。

引导科学家工作的是演绎推理的启发原则，这被称为奥卡姆剃刀（Occam’s razor）。这个原则以14世纪英国修道士和逻辑学家奥卡姆的威廉而命名，它指出如果对一个现象存在两个同样好的解释，那么一个解释越简单就越可能为真。一个更为费解的解释不如一个更为简洁的解释，它不是一个逻辑原则而是一个工作规则。

当重构一件异常事件（例如谋杀或飞机坠毁）时，调查人员永远无

法以绝对的确定性判定发生了什么，但奥卡姆原则缩小了选择。当奥卡姆剃刀划到这里，它会剔除着这种未知的袭击者：他们没有明显动机且没有留下任何物证痕迹，但辩护律师却断言他们对此谋杀负责。而当奥卡姆剃刀划到那里，它会剔除这种政府密谋的理论：政府密谋击垮了飞机但却让一系列不可能的事件和众人的主动参与牵涉其中。奥卡姆剃刀是一个宝贵的工具，将多余的实体从考虑中剔除。

最高存在将水变成酒的这种可能性如此怪异，以至于可以用奥卡姆剃刀拒绝它。更有可能的情况是：遵守物理定律的一些其他事物才是这种转变的原因。或许婚礼组织者在地下室发现遗忘已久的几坛酒，或者一个客人带来了酒作为礼物，或者这个故事是编造的，以巩固耶稣作为真正救世主的名望。想一想歇洛克·福尔摩斯的忠告："当你排除所有的不可能，无论剩下的是什么，即使是不可能也一定是真相。"

奇迹不可能发生。日常实在的构造被编制得如此致密，以至于无法被自然规律之外的力量撕开。我恐怕上帝是一个缺席的宇宙房东。如果我们希望事情发生在这里，我们最好自己照顾它们，其他人不会为我们去做这些。

启示和经文有帮助吗

传统上，启示即对上帝的直接的亲身体验，是有关超越的最重要的知识来源。索尔（Saul）途径大马士革遇到活着的上帝，这使他从早期耶稣追随者的迫害者转变为使徒保罗——基督教最伟大的传教士。17世纪法国数学家、物理学家和哲学家布莱兹·帕斯卡（Blaise Pascal）同样以这种方式体验上帝：在缝入他外套衬里的羊皮纸上，人们发现了关于他灼热体验的描述。来自所有宗教传统圣人和神秘主义者的著作，都记

述了他们与绝对和宇宙同一感的相遇。

如果我以这种方式体验上帝，如果我看到燃烧的树丛并感受到一些令人惊怖的神秘事物的显现，那么我就不会写下这些文字。我不会诉诸于不充分的理由来解决事情。

因为我只有理性可以求助，因此就这类改变人生体验的存在论的（并非心理的）有效性而言，我承认怀疑论。作为丈夫、父亲、儿子、兄弟、朋友、爱人、同事、科学家、公民和热心的历史读者，当看到那些受过高等教育和充满理智的人愚弄自己时，我总是感到非常惊讶。你我都确信：我们的动机是高尚的，我们比大多数人聪明，异性认为我们有吸引力。

无人能够免于自欺欺人和自我迷惑。我们都有阈下的防御机制，尽管它难以理解，但它却维持了我们所珍视的信仰，哪怕这些信仰违反事实。“9·11”事件、伊拉克危机以及雷曼兄弟的破产生动地证明“精英”像任何其他人一样会遭遇这些常识性的失败。加州理工学院同事、物理学家理查德·费曼（Richard Feynman）说：“第一个原则是，你一定不要愚弄自己，可是你就是那个最容易受到愚弄的人。”我们根据我们想要相信的东西去解释所有事件的病理倾向，恰好解释了为什么双盲实验协议在科学和医学中是至关重要的。它们根除了实验者隐含的偏见，否则这些偏见会损害研究结果。

鉴于人性的这些令人不安的事实，我怀疑强烈的宗教体验能揭示有关上帝实际存在的任何东西，尽管那些人无疑会由衷地感受到宗教体验。要让人客观，这并不容易。我不否认这样的体验，但我对它们的解释充满警觉。为此，我已经准备好了理性的湿毯和凉水。

当转向《圣经》（即宗教思想和教义的另一个传统来源）时，我同

样保持怀疑。生活在几千年前的人的体验和思想对我们理解宇宙以及我们在其中所处的位置有重要意义，这种想法给我的印象是古怪的。在《圣经》被写出来的年代，人类对宇宙的真实寿命和范围还只能遥想，人类还不理解人类与动物之间的演化链条，人类还不曾认识到脑是心智之所在。（无论《旧约》还是《新约》甚至没有一次提到过脑）。

此外，我们看到，不同社会和文化的根本经典和传统彼此之间格格不入，有些追随者愿意为这些异己的方面去屠戮和献身，但这并没有增加我对这些被视为标准“真理”的信心。（如果我们曾在遥远的星球找到文明，那么将会有什么奇怪的神、仪式和信仰加入这个万神殿？它们也能获得救赎吗？耶稣也为它们而死吗？）考虑到这个众多宗教的“集市”，我应该依据什么在其中选择一个？多年来，我与绝大多数人一样，相信我父母所信仰的东西。但这并非是一个有根有据的选择。

《旧约》《新约》《古兰经》和其他宗教经典是诗意的、鼓舞人心的，并且对人类持久的需求和愿望富有洞见。它们提供的道德基础已经引导信众几千年。《圣经》一次又一次提醒我们，每个个体是更大事物的一部分，是更大信众群体的一部分以及是创造的一部分。当代文化、政治和社会生活围绕贪婪和消费的物质财富打转。战争和冲突、股市崩溃、环境恶化以及水和石油短缺提醒我们，我们忽视这些基本真理将自担风险。但是当我们对宇宙了解更多，这些神圣经典与当代世界的关联性就会减小。

让我给你举个我个人的例子，即本书中讨论的科学洞见是如何在我的生活中造成具体影响的。正如我之前解释过的，许多（也可能是全部）物种有主观的、现象的感受。它们体验快乐和痛苦，它们是幸福和悲伤的。根据这些知识，如果只为吃它们而将动物饲养在糟透的工业条件下，使它们远离自然栖息地，我们该如何为这样的行为辩护呢？我们

如何能够仅仅为了吃它们的肉就饲养有感觉能力的生物呢？仅因为能吃到白嫩的肉，我们就将小牛锁进促狭封闭的笼子，它们在那里既无法转身也不能躺下，并且在短暂的生命中它们被剥夺它与社会的所有接触，我们又该如何为这样的行为辩护呢？今天当人们能够比较容易地获得有营养的、美味的、廉价的，也更健康的可代替肉类的食物时，这样的行为和方式就显得尤其野蛮残忍。可是对我而言，用行动来兑现这一理智看法尤其困难，因为在我们的味觉和烹饪习惯中肉质的美味已经根深蒂固了。2004年，苏珊·布莱克摩尔（Susan Blackmore），一个染着彩虹色头发的无畏的英国心理学家，为她的一本书来采访我。当苏珊突然问我，我是否吃肉时，我还刚刚就老鼠意识下了一个即兴的结论，呼吁不要轻率地杀死小鼠，就像许多以老鼠做研究的研究者所做的那样。我们彼此对望了一会，沉默，直到我叹了口气来掩盖我被揭露为伪君子的尴尬。这件事确实让我很苦恼。

一年后我宠爱的罗斯死了，我深受触动而开始行动起来。在与我生活的6条狗中，我溺爱这条黑色德国牧羊犬，因为它悟性高，非常顽皮并且有强烈的好奇心。当它死去时，我心烦意乱，直到现在我仍梦到它。那晚我问自己，当它躺在我怀里奄奄一息时，我如何能为它哭泣却对羊羔肉和猪肉大快朵颐呢？它们的智力和脑与狗并非不同。从那晚起，我不再吃哺乳动物和鸟类，但我的做法仍不尽一致，我还是吃鱼。

《十诫》没有教导我们不吃有感觉能力的生物的肉。无人命令我们照顾地球这个行星。《摩西十诫》（Decalogue）在做临终决策或应对生殖克隆上并无裨益。我们需要一套新的诫命，一套适合我们时代的诫命，正如现代动物权利运动创始人之一的哲学家和伦理学家彼得·辛格（Peter Singer）强烈倡导的那样。

我曾有过田园牧歌的生活

我的成长经历让我向往绝对，承认在所有事物中都能发现神圣——狗的咆哮，众星云集的星空，对元素周期表的沉思或在风中攀爬时冰冷手指的疼痛。

偶尔，我遇到这种挑灯攻读时的黑暗面。当我十几岁时，夜晚躺在床上，我会力图把握永恒。时间永远继续下去会是什么感受？永远死去意味着什么？不仅是死去一个世纪或一千年，不仅是很久或很久很久，而是永远。概念艺术家罗曼·欧帕尔卡（Roman Opalka）试图探索无穷，试图抓住它——一个数接一个数，从一到无穷，生生不息的这种稳定的、不可思议的进程。在生命的最后55年中，他描绘这个无止境的数字流，这就是欧帕尔卡对待伸展在我们面前的令人昏眩和恐惧的无限概念的方式。

可是，我从不担心我自己的死亡。像许多追求极限（无论是攀岩、摩托车赛、金融或战争）的年轻人，我不考虑结局。死亡没有真正发生在我身上。由于这个幸福的自满，我甚至没有被我女儿伊丽莎白的死所震撼。

只是在我40岁的早几年，我才真正认识到死亡正在向我冲来。我已在第6章的开篇讲述过这个故事。一个晚上，我的无意识造反了。我醒来，而抽象的知识转变成撕心裂肺的确定性：我真的会死！

在之后的几个月里，我沉思我个人湮灭的意义，向下直面我内心深处被遗忘的和无意义的存在主义深渊。最终，通过一些无意识的复核过程，我回到我的基本态度：所有一切都如其所是。我没有其他方法来描述它：没有山顶转化或深刻洞见的闪现，只有弥漫于我生命中的一种感

伤。每天清晨醒来，我发现自己处在一个充满神秘和美的世界中。我深深感激所有这些奇迹。

在这里，我是一种组织精微的质量和能量模式，是70亿芸芸众生中的一员，在对世界的任何客观统计中显得微不足道，而且不久我将不复存在。对于宇宙，我是什么？实际上什么都不是。可是我死亡的确定性使我的生命更有意义。因为我终将逝去，因此我对生活、我的孩子、我喜爱的狗、跑步和爬山、书籍和音乐、艳蓝色天空的欢欣是有意义的。而那就是其应该之所是。我不知道以后会发生什么，但无论它是什么，如果在死亡这个词的通常意义上存在以后，那么我凭直觉确信一切都是最好的。

这个情感态度与我整体的阳光和乐观的性格有关，它很大程度上是由基因因素决定，并被我成长中的有利环境放大。我不能将此只归于基因或环境。

伊迪斯（Edith）是坚强的、有主见的和负责任的女人，她让我踏实安心了近30年。她为我营造完满的环境，使我发展成为一个教授和科学家。多年来，她弃自己的职业生涯于不顾，在她的精心养育下，孩子们现在已经成长为健康、聪明、机智、负责和美丽的成年人。这意味着我可以阅读和歌唱，伴他们入眠，同他们一起去外国旅游和远足、露营、漂流，为他们的家庭作业和学校项目提供帮助，沉溺于父亲角色的其他所有欢乐，但这一切完全没有影响我的职业生涯。

我们享受着多毛大型犬的陪伴，它们非常热闹，它们的数量时多时少，其中有过特里克西（Trixie）、罗斯、贝拉（Bella）和佛可（Falko）。它们是我生活中仅次于孩子的美好事物。

我与几个同事一起开设并指导两个科学暑期班：一个是计算神经科

学班，它位于大西洋海岸马萨诸塞州伍兹霍尔（Woods Hole）的海洋生物实验室；另一个是神经形态工程学（工程师能从神经生物学学到的东西）班，它位于落基山脉科罗拉多的泰莱瑞德（Telluride）。两个班一直很受欢迎。每年夏天，我们全家会在这些宜人的地方待上整整四周。这是我生活中最快乐的时光。

当我儿子和女儿去上大学，那些太平而美好的日子结束了。我想念他们胜过别的一切。为了填补那个巨大空虚和保持我周身能量的畅通，我开始在内华达山脉（Sierra Nevada）和约塞米蒂峡谷（Yosemite Valley）攀岩，在当地山区进行长距离的越野跑，在死亡谷（Death Valley）进行马拉松赛跑，等等。我挑战任何事情以抗拒我不断增长的不安。我患上了严重的空巢综合症。

接着弗朗西斯离开了我的生活。当我和他还在他家进行研讨时，他的肿瘤医生打来电话，确认他的直肠癌严重复发。他向远方凝望了一两分钟，然后回到我们的阅读中。午餐时同奥黛尔讨论了这个诊断，但那一天仅此而已。当然，那晚我不了解他在黑暗中的思想。

但我确实记得早前的谈话，他向我坦陈，生命的即将结束会让他伤心，但他决心既不把生命最后的时光浪费在徒劳的反思和默想上，也不把它浪费在高风险的实验治疗上。在此，我目睹了他践行这个决定。多强的心智自制！多么镇定！

弗朗西斯经历了几个月的了令人恶心的化疗，但它未能阻止癌细胞的扩散。有一天，他在隔壁房间放下电话，步履蹒跚地经过我走向卫生间。当他返回来重新开始电话交谈时，他稍带冷淡地说，“现在我可以真实地告诉他们，他们的观念令我作呕。”（有人试图说服弗朗西斯，让他赞同是一个人偶创造了他。）因为死亡不可避免，因此弗朗西斯特意送

给我一张他等身的黑白照片。就像我对他的认识那样，他坐在藤椅里，眼睛里带有一丝闪烁，讽刺地凝视着这个观察者。照片签有“给克里斯托弗——弗朗西斯——关注你”，它就放在我的办公室里，就像他本人一样注视着我。

2004年夏天，弗朗西斯在去医院的路上给我打电话，他告诉我他对我们关于屏状核（脑皮层下的一个片状结构）功能的最后手稿的编辑修改要延迟。可是他继续工作，在诊所他向秘书口述他的更正。两天后他去世了。奥黛尔叙述，弗朗西斯临终之时如何产生了幻觉，并在幻觉中与我讨论快速激发的屏状核神经元以及它们与意识的联系，这是一位至死求真的科学家。他是我的导师，我智力的良师益友，在我心中，他还是一位以毫不畏缩的方式对待衰老和死亡的英雄。他的逝去给我的生命留下了一个巨大空洞。

我的父亲在第三个千年的最初几周去世了，父亲的去世让我失去了一位可以向之乞求指导和支持的年长者。矛盾的是，我的不安与《意识探秘》的成功出版混合在一起。我向着这一目标努力工作多年，有时这个目标似乎非常遥远。既然比赛跑完了，我感到百无聊赖，失去了清晰的使命。在我的生命里，我需要一个像安纳普尔纳峰（Annapurna）那样的挑战。

由于不断经历这种生离死别，我与妻子越来越疏远，最后我俩分手了。实事求是地说，讲述这一点很容易，但有些话会触及些许的苦涩、悲伤、痛苦以及对那段纠结时期的愤怒，而这些都无法见诸笔端。（看看英格玛·伯格曼（Ingmar Bergman）的隐晦的杰作《婚姻场景》（Scenes from a Marriage）就可以理解我的意思。）我经历了一次炽烈的危机，在此期间我亲历了塑造感受和行动的无意识力量，某种程度上它让我摆脱了有意识的洞见力。一旦那些力量被释放，我就无法掌握它

们，或者也许我不愿掌握它们。这是但丁将“使理性受制于欲望”的罪人交付给第二层地狱的原因。毫无疑问，这是我人生晦暗糟糕的时刻，可是某些事物迫使我向前。

斯宾诺莎（Spinoza）杜撰了一个美好的表达——以永恒的样式（sub specie aeternitatis），其字面意思是“永恒的形式之下”。这是遥远的观看点。从中央黑洞的极高处俯视银河系，你看到一个千亿颗星星旋转的星盘，许多星星被微小黑暗的同伴包围。其中一些行星庇护着生命。在其中一个行星上，半智能的、暴力的、社会性的灵长类动物猛烈地交合和分开。它们赋予这个狂热的、群集的活动以极大的宇宙重要性。与宏伟的银河轮周转一周所需的时间相比，这些配对持续的时间仅仅是一眨眼，如萤火虫一闪，如箭飞逝。

当我以这种天体之光的时间深度进行观看时，我的痛苦的重要性开始减退。我不是虚无主义者，所以我的苦难不是无意义的，它们不应该也不会压垮我的人生。失去了我中心的太阳，现在我是一颗孤独的行星，逡巡在星辰间寂静的空间里。我在一定程度上慢慢地恢复了我长久拥有的那种内心平静——那份安宁，伊壁鸠鲁学派（Epicureans）称之为心安神定。

为了对我的行动让步，我研究科学关于自愿行动和自由意志知道些什么，这解释了我写第7章的缘由。我从阅读中得到的是我要比我所感受到的不自由。无数的事件和倾向影响着我，可是我不能躲在生物冲动或无名的社会力量之后。我必须行动起来，好像“我”完全负有责任，因为否则所有意义将从“我”这个词和从善恶行动的想法中消失。

在我的危机期间，一天晚上，我喝完一瓶巴罗洛葡萄酒，与此同时我在看幻想动作电影《挑战者》（The Highlander），我感到需要一些

象征性姿态。午夜我决定跑到威尔逊山（Mount Wilson）顶，它比帕萨纳迪（Pasadena）高5000英尺。我戴着头灯经过一小时的跌跌撞撞之后，开始呕吐，我认识到自己十分愚蠢，于是返回来，但在此之前我对着黑暗大喊《成事在人》（Invictus）结尾诗句："我是我命运的主宰，我是我灵魂的统帅。"这或许是我对自由意志问题立场的过于热情的表达：不管怎样，我是我人生的主演。

现在你已临近这章自传的尾声，我自白了至此已经变得清晰的东西——驱使我写这本书的三重缘由：描述我对意识的物质根源的探索，屈从于我个人的失败以及促使我探究一个关于宇宙及我在宇宙中地位的统一观点。而对一个满意的结论而言，这个观点既公正地对待偶然性也公正地对待必然性。

将我的旗帜钉在桅杆上

我的故事到此结束。我乐观地认为科学完全能泰然自若地理解心-身问题。来自《哥林多前书》（Corinthians）的说法是："目前，通过实验室，我们的认识还模糊不清，但接着我们会知道。"

我深信，某些深层和基本的组织原则创造了这个宇宙，并使之运动，但其目的我们却无法理解，我长大时称这个实体为上帝。它更接近斯宾诺莎的上帝而不是米开朗琪罗画中的上帝。神秘主义者安格鲁斯·西勒修斯（Angelus Silesius），一个笛卡尔同时代的人，将自因的原动者的悖谬本质理解为"Gott ist ein lauter Nichts，ihn rührt kein Nun noch Hier"（上帝是透明的无，无论此时还是此地都无法触摸它）。

这些在初生时期的恒星以壮观的超新星模式消亡，他们在空间中播撒下二次创生行为所必需的较重元素——自我复制的充足的化学物质出

现在一个其距离恰好绕一颗年轻恒星旋转的岩态行星上。自然选择的竞争压力引起了第三次创生行为——具有感觉能力和主观状态的造物“登上了舞台”。随着神经系统的复杂性增长到难以置信的程度，其中一些生物演化的能力使它们能够思考自身，而且能够思考其周围极为美丽而又极为残酷的世界。

在时间的宽阔回路中，有感觉能力的生命的崛起是不可避免的。德日进的这一观点是对的，即若不是整个宇宙的话，那么至少宇宙中的一些岛屿会向着越来越大的复杂性和自知演化。我并不是说地球必须承载生命，或那种两足的、大脑袋的灵长类必须在非洲大草原上迁徙。但我相确信，物理定律不可抗拒地支持意识的出现。宇宙是一项正在进行的工作。这个信念遭到许多生物学家和哲学家的声讨，但源自宇宙学、生物学和历史学的证据是强有力的。

在时间之河上，精神传统鼓励我们向我们的同行者伸出援手。绝大多数的世俗意识形态和宗教都强调人们之间的共同纽带：爱邻如己。正如通过音乐、文学、建筑和视觉艺术表达的那样，宗教情操展示出人类最美好的一些东西。可是总体上，对于理解我们存在之谜而言，它们的作用是有限的，唯一确定的答案来自科学。我发现从理智和伦理观点看，最吸引人的传统是某些佛教传承，但这是另一本书的主题。

失去我的宗教信仰，我黯然神伤，就像永远离开了我童年时舒适的家乡，它充满温暖的光芒和美好的回忆。当走进有着高大穹顶的大教堂或聆听巴赫的《马太受难曲》（Bach’s St.Matthew Passion）时，我仍满怀敬畏感。我也无法摆脱大弥撒的情感——那种辉煌和壮观。但丧失自己的宗教信仰是我成长、成熟以及如实看世界的不可避免的一部分。

我被放逐到这个宇宙中，这是一个辉煌、陌生、可怕且常常荒凉的

地方。我努力通过其嘈杂的示现（manifestations）——它的人、狗、树、山脉和群星——辨别永恒的天体音乐。

当讲完和做完这一切后，在我心中留下的是深切持久的惊异感。跨越两千多年的回响，当时生活在犹大山地（Judean desert）社区中的那个《死海古卷》（Dead Sea Scrolls）里不为人知的抄书吏，恰如其分地表达了这一点。让我以他的诗篇结束本书：

我行走于广袤无垠的高地
而我知道仍有希望
为你除去尘封
与永恒事物相伴。

注释

2004年，我出版了《意识探秘》。在书中我总结了弗朗西斯·克里克和我的研究进路，并描述了对意识至关重要的神经生物回路和心理过程。这本著作包括遍布于单倍行距的400页中的数百个脚注和接近1000条对学术文献的参考。自白时的步态要更轻松一些。若你想找到在本书中提到的技术和实验，请查阅Quest（Laureys和Tononi编辑成册（2009））、众多资料来源、最新的维基百科（Wikipedia）或随后的少量注释。我在为Scientific American Mind写一个专栏，名为Consciousness Redux，它描述了当代令人瞩目的意识研究。

第1章

Ridley（2006）所著的弗朗西斯·克里克的简短传记出色地描述了弗朗西斯的个性。大部头的著作Olby（2009）则更具权威性，它对弗朗西斯的科学贡献做了阐述。Olby（2009）的倒数第二章记述了弗朗西斯与我的合作。

查阅Chalmers（1996）关于术语“难问题”（Hard Problem）的起源和意义。

第2章

Koch和Segev（2000）概述了单个神经元的生物物理学。

Mann和Paulsen（2010）描述了（由数万个神经元产生的）局部场电位对于这些神经细胞发放的影响。Anastassiou和Perin（Anastassiou

et al.，2011）的实验直接表明神经元的发放如何因微弱的外电场而得以同步化。

经济也没有遵循守恒定律：一个公司某一天可能的市值数为10亿美元，但第二天就仅值几百万美元，即使当时没有什么变化发生。相同的人在具有相同基础设施的相同建筑中工作。钱去了哪里？答案是市场对公司未来的信任——即对它的期望突然消失了，而随之消失的是市场的估价。与能量不同，货币可以被创造和被消灭。

第3章

尽管有些年头了，但是弗朗西斯对意识及其生物学基础的扼要介绍仍然是精湛的（Crick，1995）。

Gibson（2010）等人描述了克雷格·文特尔（Craig Venter）的生物有机体的合成。

这个对廷德尔（Tyndall）的引用取自1868年他在英国科学促进会（British Association for the Advancement of Science）的数学和物理分会上的主席报告，名为“科学物质论”（Scientific Materialism）（Tyndall，1901）。

当然，对唐怀瑟·盖特（Tannhäuser Gate）的引用来自《银翼杀手》（Blade Runner）的最后一幕。它由雷德利·斯科特（Ridley Scott）执导，是有史以来最伟大的科幻片。它大致以稍后会简要提及的Do androids dream of electric sheep？为基础。由菲利普K.迪克（Philip K.Dick）写于1968年的这本卓越小说预示了一种“神秘谷”（uncanny valley）效应，即这个心理学观察：一个机器人或一个几

乎但不是完全完美的计算机动画图形的复制品会引起一种强烈反感。

这个对赫胥黎（Huxley）的引用来自他1884年对16年前聆听廷德尔演讲的那个英国科学促进会所发表的非凡演讲。赫胥黎就笛卡尔认为动物仅仅是没有意识感觉的机器或自动装置的信念展开争论。他认为，因为生物的连续性，某些动物与人类共享了意识的一些方面，但当提到意识的功能时，他似乎也所知不多。

对动物意识最好的介绍是Dawkins（1988）的短文Through Our Eyes Only？另外，也可参见Griffin（2001）的渊博论述。Edelman和Seth（2009）关注鸟类和头足类动物的意识。

对神经解剖学的一个简明的现代介绍参见Swanson（2012）。

这个对克拉考尔（Krakauer）的引用出自其1990年以来论爬山的出色随笔集。

Hasson等（2004）对在一个磁扫描仪内部观看The Good，The Bad and the Ugly做了报告。

Goldberg，Harel和Malach（2006）处理了与自我相关脑区的失活。

第4章

我们对意识神经相关物的思考一直在发展。（Crick和Koch，1990，1995，1998，2003）哲学家大卫·查默斯（David Chalmers）在Chalmers（2000：亦参见the essay by Block，1996）中雄辩地概述了作为意识相关物观念基础的形而上学和概念的假定。Tononi和

Koch（2008）对相关实验研究做了补充更新。

Rauschecker和其同事（2011）在神经外科环境中对视皮层表面进行电刺激从而诱发视觉运动的知觉印象。

Macknik和其他人（2008）最早指出了来自心理学和神经科学舞台魔术的这些丰富洞察力的来源。

Tsuchiya和Koch（2005）开发出将眼前的物体隐藏几分之一分钟或更长时间的连续闪烁抑制（CFS）技术。

最近用CFS探寻无意识心智的一个精妙的例子是Mudrik和其同事（2011）。其掩蔽方法的概要可以在Kim和Blake（2005）中找到。Jiang和其他人（2006）要求志愿者注视不可见的裸体男人和女人的图片，而Haynes和Rees（2005）对正在注视不可见光栅的志愿者的脑部施行fMRI。McCandliss，Cohen和Dehaene（2003）对视觉词形区以及它与阅读的关系进行了描述。

Logothetis（2008）在破译底层的差异的神经元反应时恰当地总结了fMRI的承诺和局限。他关于双眼竞争的神经基础的经典研究可参见Logothetis（1998），Leopold和Logothetis（1999）。

一个日本和德国的联合团队（Watanabe et al.2011）在人类初级视觉皮层中分离了视觉注意与意识——正如通过刺激的可见性所验证的那样。无论被试是否看到他们正在注视的东西，V1区血液动力学的信号几乎没有任何差别，尽管注意会对它施以强有力的调节。

我在此讨论的有关初级视觉、听觉、体觉皮层中的神经活动与有意识看见之间分离的大量研究可参见Quest第6章。

支持从皮层前部到后部的功能连接以维持严重受损患者意识的研究，可参见Boly et al.（2011）。另请参见Crick和Koch（1995）表1。

哲学家内德·布洛克（Ned Block）对注意与意识之间关系的讨论有巨大影响（Block，2007）。van Boxtel，Tsuchiya和Koch（2010）调查了调节选择性视觉注意与视觉意识分离的大量实验。

第5章

Gallant et al.（2000）描述病人A.R。

我钟爱的神经病学家奥利·弗萨克斯（Oliver Sacks）的最新著作——Oliver Sacks（2011），包含了对面孔失认者和其他神经功能缺损的生动描述。萨克斯是人类状况的热切见证者，在审视人们如何应对疾病的过程中，他展示了他们——和我们——是如何能获得生命智慧的。

皮层电生理学的先驱之一塞米尔·泽奇（Semir Zeki）在（Zeki，2001）中杜撰了“本质节点”（essential node）这个术语。

Squire（2009）总结了失忆症患者H.M.的科学遗产。

Quian Quiroga et al.（2005，2009）在人类内侧颞叶中发现概念细胞，它们对图片、文字、名人或熟悉的人的声音产生反应。这些与所谓的祖母神经元（Grandmother neurons）密切相关（Quian Quiroga et al.2008）。Cerf和其他人（2010）利用计算机反馈使患者能够通过他们的思想控制这些神经元。

当他们报告了用磁扫描仪在几个植物状态患者中探测到意识时，Owen et al.（2006）和Monti et al.（2010）的研究受到国际关注。

Parvizi和Damasio（2001）对40或更多脑干核团与意识之间的联系进行了探索。

Laureys（2005）标示出我们有关死亡、脑与意识之间联系的令人惊异的动力学观点。Schiff（2010）是专门研究大范围脑外伤后意识复苏的神经病学家。

第6章

关于无意识的大量胡话在继续出版。然而，在严格控制条件下对无意识的坚实的、经验实证的研究一直在复兴。Hassin，Uleman和Bargh（2006）以一本书的长度论及了一些最好的后弗洛伊德研究，同时Berlin（2011）则专注于无意识的神经生物学的已知和未知的方面。

Jeannerod在其1997年版的著作中描述了他的研究。

Varki（2009）的信将拒绝死亡的机制看作可能的演化驱动器。

Bridgeman和其他人（1979）以及Goodale和其同事（1986）施行了证明你的眼睛能分辨比你所能看到的更微小细节的实验。Logan和Crump（2009）表明打字员的手知道其心智不知道的事情。Goodale和Milner（2004）回顾了这个有意识知觉和无意识视觉-运动行动的双视觉流理论。

麻省理工学院历史学家John Dower（2010）详尽地分析了珍珠港与“9·11”事件之间的结构相似性和差异性以及机构决策的其他病理学。

启动试验来自于Bargh，Chen和Burrows（1996）。Johansson和其同事（2005）要求男人和女人选择两个女人中的哪一个看上去更有吸引

力，然后在大多数志愿者不理解的情况下调换他们的图像。

第7章

我对自由意志的物理学的反思受到Sompolinksy（2005）的影响。

Sussman和Wisdom（1988）证明冥王星的轨道是混沌的。

Maye等（2007）研究了果蝇展示的真正随机性的程度。

Turner（1999）将早期宇宙的量子涨落与今天天空中的星系分布联系在一起。物理学家乔丹（Jordan）在1938年提出了这个（在某些领域）仍然流行的量子放大理论，该理论将基本粒子物理学与自由意志联系起来。Koch and Hepp（2011）讨论量子力学与脑可能的关联性。Collini et al.（2010）提供在室温状态下促进光合作用的蛋白质中令人叹服的电子相干的证据。

Libet和其同事（1983）最先报告了脑活动先于行动意志的感受。Soon和其同事（2008）所进行的最初实验的脑成像研究紧紧抓住了公众眼球。

现在出现了越来越多的关于自由意志神经心理学的文献（Haggard，2008）。Murphy，Ellis，和O'Connor（2009）编辑一本书，试图化解（根植于神学和日常体验中的）自由意志的传统观念与源自现代心理学和生物学的自由意志观念之间的某些紧张关系。

Vyas等（2007）记述了刚地弓形虫如何在鼠脑中搭便车——迫使老鼠改变它的行为以便更有可能被猫吃掉——这个疾病报道。Lafferty（2006）分析了寄生虫感染脑对人类文化的一些可能后果。

Wegner（2003）出色地描述了正常生命和病理条件下自愿行动的心理状态。

两个神经外科研究电刺激脑以启动“自愿”行动（Fried et al.1991：Desmurget et al.2009）。

第8章

Baars（2002）描述他关于意识“全局工作空间”的模型。Dehaene和Changeux（2011）评论了支持全局工作空间模型的神经实现的成像和生理数据。

查默斯关于信息理论和意识的观念在其1996年著作的附录中做了概略的叙述。

对托诺尼的理论和思想最简单的介绍是其2008年的宣言。我热烈推荐朱利奥本人在Phi（2012）中对相关事实和理论所进行的高度文学性和小说性的处理方式，在书中弗朗西斯·克里克、阿兰·图灵和伽利略以巴洛克风格进行了一次发现之旅。对于实际的数学微积分，查阅Balduzzi和Tononi（2008，2009）。Barrett和Seth（2011）获得了计算整合信息的启发。

参阅我的Quest第17章中对裂脑病人背景的讨论。Lem（1987）以小说的方式记述了裂脑患者的生活。

在人脑860亿个神经元中，令人吃惊的是，690亿在小脑而160亿在皮层（Herculano-Houzel，2009）。即每5个脑细胞中约有4个是具有4个刻板的粗短树突的小脑颗粒神经元。剩下的10亿个神经元位于丘脑、基底神经节、中脑、脑干和其他地方。可是值得注意的事情是生而无小

脑的人——这很少见——或由于中风或其他创伤失去部分小脑的患者的一些认知缺陷。主要的缺陷是运动失调、口齿不清和步态蹒跚（Lemon和Edgley，2010）。

经历数万代的演化的animats——即生活在计算机内的生物的漫画证明：这些animats对它们的模拟环境越适应，它们的整合信息就越高（Edlund和其同事，2011）。

Koch和Tononi（2008）依据意识的整合信息理论探讨了机器意识的前景。在Koch和Tononi（2011）中，我们就一个计算机有意识地看见图片意味着什么提出了一个基于图像的测试。

第9章

Massimini等（2005）描述了睡眠中有意识心智的衰竭的TMS-EEG联合测试。将该测试扩展到持续植物状态和最小意识状态患者中的研究可参见Rosanova et al.（2012）。

神经解剖学家仍然不知道是否最大的哺乳动物——蓝鲸，其脑有17磅（8000克）——比人类拥有更多的神经元。更大的脑并不一定意味着有更多的神经元；不过如果鲸鱼和大象比人类有更多的脑细胞，那么这将相当令人震惊。就脑的大小和神经元的数量所进行的一个彻底讨论，参见Herculano-Houzel（2009）。

有关神经细胞类型的简短初级读本，参见Masland（2004）。

光遗传学的应用迅猛增长，数以百计的实验室在自己选择的地点和时间从基因方面操控可识别的细胞群。这非常了不起，鉴于开创性地使用“光敏感通道-2”来推动神经活动的最初论文发表于Boyden and

colleagues（2005）中。在我看来，以因果方式将神经回路与老鼠行为联系起来的这三个最精妙的光遗传学实验是Adamantidis et al.（2007：这就是我描述的orexin研究）、Gradinaru et al.（2009）和Lin et al.（2011）。当前技术的概要可参见Gradinaru et al.（2010）。

关于老鼠的艾伦脑图谱参见Lein et al.（2007）的全面描述，这个图谱可在线查找。

Dehaene et al.（2001）测量志愿者注视可见和不可见词语时的fMRI反应。

第10章

令我窘迫的这次采访参见Blackmore（2006）。

论科学与宗教之间的关系的文献可谓汗牛充栋。我认为著名的自由派神学家Hans Küng（2008）大有裨益。

玛丽安娜·库克（Mariana Cook）为了他的藏品Faces of Science（2005）拿走了我办公室里挂着的弗朗西斯的肖像。

直到他逝世前几天，弗朗西斯还在一字一句地撰写有关屏状核的论文。它发表在Crick and Koch（2005）。

哲学家彼得·西格尔（Peter Singer）1994年出版了一部极富洞察力的著作，这本书认为传统伦理学在应对现代生和死的挑战时是不充分的。

尽管结尾有点言过其实，但我书中没有任何一点应该被解释成我太过严肃地对待我或我的生活。纹身客厅——就在这里，泰（Ty）将取自

拉姆·卡哈尔（Ramón y Cajal）的皮层微电路纹到我的左臂上——的墙壁因这一告诫而生辉，谨以此代为结尾：

生命旅程不是完好地保存身体而是安全地抵达墓穴，毋宁说是滑跌在地，完全筋疲力尽，并大喊道，“天哪……这是怎样的旅程啊！”

参考文献

Adamantidis, A. R., Zhang, F., Aravanis, A. M., Deisseroth, K., & de Lecea, L. (2007). Neural substrates of awakening probed with optogenetic control of hypocretin neurons. *Nature*, *450*, 420–424.

Anastassiou, C. A., Perin, R., Markram, H., & Koch, C. (2011). Ephaptic coupling of cortical neurons. *Nature Neuroscience 14*, 217–223.

Baars, B. J. (2002). The conscious access hypothesis: Origins and recent evidence. *Trends in Cognitive Sciences*, *6*, 47–52.

Balduzzi, D., & Tononi, G. (2008). Integrated information in discrete dynamical systems: Motivation and theoretical framework. *PLoS Computational Biology*, *4*, e1000091.

Balduzzi, D., & Tononi, G. (2009). Qualia: The geometry of integrated information. *PLoS Computational Biology*, *5*, e1000462.

Bargh, J. A., Chen, M., & Burrows, L. (1996). Automaticity of social behavior: Direct effects of trait construct and stereotype activation on action. *Journal of Personality and Social Psychology*, *71*, 230–244.

Barrett, A. B., & Seth, A. K. (2011). Practical measures of integrated information for time-series data. *PLoS Computational Biology*, *7*, e1001052.

Berlin, H. A. (2011). The neural basis of the dynamic unconscious. *Neuro-psychoanalysis*, *13*, 5–31.

Blackmore, S. (2006). *Conversations on Consciousness: What the Best Minds Think about the Brain, Free Will, and What It Means to Be Human*. New York: Oxford University Press.

Block, N. (1996). How can we find the neural correlate of consciousness? *Trends in Neurosciences*, *19*, 456–459.

Block, N. (2007). Consciousness, accessibility, and the mesh between psychology and neuroscience. *Behavioral and Brain Sciences*, *30*, 481–499, discussion 499–548.

Boly, M., & Associates. (2011). Preserved feedforward but impaired top-down processes in the vegetative state. *Science*, *332*, 858–862.

Boyden, E. S., Zhang, F., Bamberg, E., Nagel, G., & Deisseroth, K. (2005). Millisecond-timescale, genetically targeted optical control of neural activity. *Nature Neuroscience*, *8*, 1263–1268.

Bridgeman, B., Lewis, S., Heit, G., & Nagle, M. (1979). Relation between cognitive and motor-oriented systems of visual position perception. *Journal of Experimental Psychology. Human Perception and Performance*, *5*, 692–700.

Cerf, M., Thiruvengadam, N., Mormann, F., Kraskov, A., Quian Quiroga, R., Koch, C., et al. (2010). On-line, voluntary control of human temporal lobe neurons. *Nature*, *467*, 1104–1108.

Chalmers, D. J. (1996). *The Conscious Mind: In Search of a Fundamental Theory*. New York: Oxford University Press.

Chalmers, D. J. (2000). What is a neural correlate of consciousness? In T. Metzinger (Ed.), *Neural Correlates of Consciousness: Empirical and Conceptual Questions* (pp. 17–40). Cambridge, MA: MIT Press.

Cook, M. (2005). *Faces of Science: Portraits*. New York: W.W. Norton.

Collini, E., Wong, C. Y., Wilk, K. E., Curmi, P. M. G., Brumer, P., & Schoes, G. D. (2010). Coherently wired light-harvesting in photosynthetic marine algae at ambient temperature. *Nature, 463*, 644–647.

Crick, F. C. (1995). *The Astonishing Hypothesis: The Scientific Search for the Soul*. New York: Scribner.

Crick, F. C., & Koch, C. (1990). Towards a neurobiological theory of consciousness. *Seminars in Neuroscience, 2*, 263–275.

Crick, F. C., & Koch, C. (1995). Are we aware of neural activity in primary visual cortex? *Nature, 375*, 121–123.

Crick, F. C., & Koch, C. (1998). Consciousness and neuroscience. *Cerebral Cortex, 8*, 97–107.

Crick, F. C., & Koch, C. (2003). A framework for consciousness. *Nature Neuroscience, 6*, 119–126.

Crick, F. C., & Koch, C. (2005). What is the function of the claustrum? *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences, 360*, 1271–1279.

Dawkins, M. S. (1998). *Through Our Eyes Only? The Search for Animal Consciousness*. New York: Oxford University Press.

Dehaene, S., & Changeux, J.-P. (2011). Experimental and theoretical approaches to conscious processing. *Neuron, 70*, 200–227.

Dehaene, S., Naccache, L., Cohen, L., Le Bihan, D., Mangin, J.-F., Poline, J.-B., et al. (2001). Cerebral mechanisms of word masking and unconscious repetition priming. *Nature Neuroscience, 4*, 752–758.

Desmurget, M., Reilly, K. T., Richard, N., Szathmari, A., Mottolese, C., & Sirigu, A. (2009). Movement intention after parietal cortex stimulations in humans. *Science, 324*, 811–813.

Dower, J. W. (2010). *Cultures of War: Pearl Harbor, Hiroshima, 9–11, Iraq*. New York: W.W. Norton.

Edelman, D. B., & Seth, A. K. (2009). Animal consciousness: A synthetic approach. *Trends in Neurosciences, 32*, 476–484.

Edlund, J.A., Chaumont, N., Hintze, A., Koch, C., Tononi, G., and Adami, C. (2011). Integrated information increases with fitness in the simulated evolution of autonomous agents. *PLoS Computational Biology*, 7(10): e1002236.

Fried, I., Katz, A., McCarthy, G., Sass, K. J., Williamson, P., Spencer, S. S., et al. (1991). Functional organization of human supplementary motor cortex studied by electrical stimulation. *Journal of Neuroscience, 11*, 3656–3666.

Gallant, J. L., Shoup, R. E., & Mazer, J. A. (2000). A human extrastriate area functionally homologous to macaque V4. *Neuron, 27*, 227–235.

Gibson, D. G., & Associates. (2010). Creation of a bacterial cell controlled by a chemically synthesized genome. *Science, 329*, 52–56.

Goldberg, I. I., Harel, M., & Malach, R. (2006). When the brain loses its self: Prefrontal inactivation during sensorimotor processing. *Neuron, 50*, 329–339.

Goodale, M. A., & Milner, A. D. (2004). *Sight Unseen: An Exploration of Conscious and Unconscious Vision*. Oxford, UK: Oxford University Press.

Goodale, M. A., Pélisson, D., & Prablanc, C. (1986). Large adjustments in visually guided reaching do not depend on vision of the hand or perception of target displacement. *Nature, 320*, 748–750.

Gradinaru, V., Mogri, M., Thompson, K. R., Henderson, J. M., & Deisseroth, K. (2009). Optical deconstruction of Parkinsonian neural circuitry. *Science*, *324*, 354–359.

Gradinaru, V., Zhang, F., Ramakrishnan, C., Mattis, J., Prakash, R., Diester, I., et al. (2010). Molecular and cellular approaches for diversifying and extending optogenetics. *Cell*, *141*, 154–165.

Griffin, D. R. (2001). *Animal Minds: Beyond Cognition to Consciousness*. Chicago, IL: University of Chicago Press.

Haggard, P. (2008). Human volition: Towards a neuroscience of will. *Nature Reviews. Neuroscience*, *9*, 934–946.

Hassin, R. R., Uleman, J. S., & Bargh, J. A. (Eds.). (2006). *The New Unconscious*. Oxford, UK: Oxford University Press.

Hasson, U., Nir, Y., Levy, I., Fuhrmann, G., & Malach, R. (2004). Intersubject synchronization of cortical activity during natural vision. *Science*, *303*, 1634–1640.

Haynes, J. D., & Rees, G. (2005). Predicting the orientation of invisible stimuli from activity in human primary visual cortex. *Nature Neuroscience*, *8*, 686–691.

Herculano-Houzel, S. (2009). The human brain in numbers: A linearly scaled-up primate brain. *Frontiers in Human Neuroscience*, *3*, 1–11.

Jeannerod, M. (1997). *The Cognitive Neuroscience of Action*. Oxford, UK: Blackwell.

Jiang, Y., Costello, P., Fang, F., Huang, M., & He, S. (2006). A gender- and sexual orientation-dependent spatial attentional effect of invisible images. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *103*, 17048–17052.

Johansson, P., Hall, L., Sikström, S., & Olsson, A. (2005). Failure to detect mismatches between intention and outcome in a simple decision task. *Science*, *310*, 116–119.

Jordan, P. (1938). The Verstärkertheorie der Organismen in ihrem gegenwärtigen Stand. *Naturwissenschaften*, *33*, 537–545.

Kim, C. Y., & Blake, R. (2005). Psychophysical magic: Rendering the visible invisible. *Trends in Cognitive Sciences*, *9*, 381–388.

Koch, C. (2004). *The Quest for Consciousness: A Neurobiological Approach*. Englewood, CO: Roberts & Company.

Koch, C., & Hepp, K. (2011). The relation between quantum mechanics and higher brain functions: Lessons from quantum computation and neurobiology. In R. Y. Chiao, M. L. Cohen, A. J. Leggett, W. D. Phillips, & C. L. Harper, Jr. (Eds.), *Amazing Light: New Light on Physics, Cosmology and Consciousness* (pp. 584–600). New York: Cambridge University Press.

Koch, C., & Segev, I. (2000). Single neurons and their role in information processing. *Nature Neuroscience*, *3*, 1171–1177.

Koch, C., & Tononi, G. (2008). Can machines be conscious? *IEEE Spectrum*, *45*, 54–59.

Koch, C., & Tononi, G. (2011). A test for consciousness. *Scientific American*, *304* (June), 44–47.

Krakauer, J. (1990). *Eiger Dreams*. New York: Lyons & Burford.

Küng, H. (2008). *The Beginning of All Things: Science and Religion*. Cambridge, UK: Wm. B. Eerdmans.

Lafferty, K. D. (2006). Can the common brain parasite, *Toxoplasma gondii*, influence human culture? *Proceedings. Biological Sciences / The Royal Society*, *273*, 2749–2755.

Laureys, S. (2005). Death, unconsciousness and the brain. *Nature Reviews. Neuroscience*, *6*, 899–909.

Laureys, S., & Tononi, G. (Eds.). (2009). *The Neurology of Consciousness*. New York: Elsevier.

Lein, E. S., & Associates. (2007). Genome-wife atlas of gene expression in the adult mouse brain. *Nature*, *445*, 168–176.

Lem, S. (1987). *Peace on Earth*. San Diego: Harcourt.

Lemon, R. N., & Edgley, S. A. (2010). Life without a cerebellum. *Brain, 133*, 652–654.

Leopold, D. A., & Logothetis, N. K. (1999). Multistable phenomena: Changing views in perception. *Trends in Cognitive Sciences, 3*, 254–264.

Libet, B., Gleason, C. A., Wright, E. W., & Pearl, D. K. (1983). Time of conscious intention to act in relation to onset of cerebral activity (readiness-potential). The unconscious initiation of a freely voluntary act. *Brain, 106*, 623–642.

Lin, D., Boyle, M. P., Dollar, P., Lee, H., Lein, E. S., Perona, P., et al. (2011). Functional identification of an aggression locus in the mouse hypothalamus. *Nature, 470*, 221–226.

Logan, G. D., & Crump, M. J. C. (2009). The left hand doesn't know what the right hand is doing: The disruptive effects of attention to the hands in skilled typewriting. *Psychological Science, 20*, 1296–1300.

Logothetis, N. K. (1998). Single units and conscious vision. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences, 353*, 1801–1818.

Logothetis, N. K. (2008). What we can do and what we cannot do with fMRI. *Nature, 453*, 869–878.

Macknik, S. L., King, M., Randi, J., Robbins, A., Teller, J. T., & Martinez-Conde, S. (2008). Attention and awareness in stage magic: Turning tricks into research. *Nature Reviews. Neuroscience, 9*, 871–879.

Mann, E. O., & Paulsen, O. (2010). Local field potential oscillations as a cortical soliloquy. *Neuron, 67*, 3–5.

Masland, R. H. (2004) Neuronal cell types. *Current Biology, 14*(13), R497–500.

Massimini, M., Ferrarelli, F., Huber, R., Esser, S. K., Singh, H., & Tononi, G. (2005). Breakdown of cortical effective connectivity during sleep. *Science, 309*, 2228–2232.

Maye, A., Hsieh, C.-H., Sugihara, G., & Brembs, B. (2007). Order in spontaneous behavior. *PLoS ONE, 2*, e443.

McCandliss, B. D., Cohen, L., & Dehaene, S. (2003). The visual word from area: Expertise for reading in the fusiform gyrus. *Trends in Cognitive Sciences, 7*, 293–299.

Monti, M. M., & Associates. (2010). Willful modulation of brain activity in disorders of consciousness. *New England Journal of Medicine, 362*, 579–589.

Mudrik, L., Breska, A., Lamy, D., and Deouell, L.Y. (2011). Integration without awareness: Expanding the limits of unconscious processing. *Psychological Sciences, 22*, 764–770.

Murphy, N., Ellis, G. F., & O'Connor, T. (Eds.). (2009). *Downward Causation and the Neurobiology of Free Will*. Berlin: Springer.

Olby, R. (2009). *Francis Crick: Hunter of Life's Secrets*. New York: Cold Spring Harbor Press.

Owen, A. M., & Associates. (2006). Detecting awareness in the vegetative state. *Science, 313*, 1402.

Parvizi, J., & Damasio, A. R. (2001). Consciousness and the brainstem. *Cognition, 79*, 135–160.

Quian Quiroga, R., Kraskov, A., Koch, C., & Fried, I. (2009). Explicit encoding of multimodal percepts by single neurons in the human brain. *Current Biology, 19*, 1–6.

Quian Quiroga, R., Kreiman, G., Koch, C., & Fried, I. (2008). Sparse but not "Grandmother-cell" coding in the medial temporal lobe. *Trends in Cognitive Science, 12*, 87–89.

Quian Quiroga, R., Reddy, L., Kreiman, G., Koch, C., & Fried, I. (2005). Invariant visual representation by single neurons in the human brain. *Nature, 435*, 1102-1107.

Rauschecker, A. M., Dastjerdi, M., Weiner, K. S., Witthoft, N., Chen, J., Selimbeyoglu, A., & Parvizi, J. (2011). Illusions of visual motion elicited by electrical stimulation of human MT complex. *PLoS ONE 6*(7), e21798.

Ridley, M. (2006). *Francis Crick: Discoverer of the Genetic Code.* New York: HarperCollins.

Rosanova, M., Gosseries, O., Casarotto, S., Boly, M., Casali, A.G., Bruno, M.-A., Mariotti, M., Boveroux, P., Tononi, G., Laureys, S., & Massimini, M. (2012) Recovery of cortical effective connectivity and recovery of consciousness in vegetative patients. *Brain*, in press.

Sacks, O. (2011). *The Mind's Eye*. New York: Knopf.

Schiff, N. D. (2010). Recovery of consciousness after brain injury. In M. S. Gazzaniga (Ed.), *The Cognitive Neurosciences*, 4th ed. (pp. 1123–1136). Cambridge, MA: MIT Press.

Singer, P. (1994). *Rethinking Life and Death: The Collapse of our Traditional Ethics*. New York: St. Martin's Griffin.

Sompolinsky, H. (2005). A scientific perspective on human choice. In Y. Berger & D. Shatz (Eds.), *Judaism, Science, and Moral Responsibility* (pp. 13–44). Lanham, MD: Rowman & Littlefield.

Soon, C. S., Brass, M., Heinze, H.-J., & Haynes, J.-D. (2008). Unconscious determinants of free decisions in the human brain. *Nature Neuroscience*, *11*, 543–545.

Squire, L. R. (2009). The legacy of patient H.M. for neuroscience. *Neuron*, *61*, 6–9.

Sussman, G. J., & Wisdom, J. (1988). Numerical evidence that the motion of Pluto is chaotic. *Science*, *241*, 433–437.

Swanson, L. W. (2012). *Brain Architecture: Understanding the Basic Plan*, 2nd edition. New York: Oxford University Press.

Tononi, G. (2008). Consciousness as integrated information: A provisional manifesto. *Biological Bulletin*, *215*, 216–242.

Tononi, G. (2012). *PHI: A Voyage from the Brain to the Soul*. New York: Pantheon Books.

Tononi, G., & Koch, C. (2008). The neural correlates of consciousness: An update. *Annals of the New York Academy of Sciences*, *1124*, 239–261.

Tsuchiya, N., & Koch, C. (2005). Continuous flash suppression reduces negative afterimages. *Nature Neuroscience*, *8*, 1096–1101.

Turner, M. S. (1999). Large-scale structure from quantum fluctuations in the early universe. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series A: Mathematical and Physical Sciences*, *357*(1750), 7–20.

Tyndall, J. (1901). *Fragments of Science* (Vol. 2). New York: P.F. Collier and Son.

van Boxtel, J. A., Tsuchiya, N., & Koch, C. (2010). Consciousness and attention: On sufficiency and necessity. *Frontiers in Consciousness Research*, *1*, 1–13.

Varki, A. (2009). Human uniqueness and the denial of death. *Nature*, *460*, 684.

Vyas, A., Kim, S.-K., Giacomini, N., Boothroyd, J. C., & Sapolsky, R. M. (2007). Behavioral changes induced by *Toxoplasma* infection of rodents are highly specific to aversion of cat odors. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *104*, 6442–6447.

Watanabe, M., Cheng, K., Murayama, Y., Ueno, K., Asamizuyu, T., Tanaka, K., & Logothetis, N. (2011). Attention but not awareness modulates the BOLD signal in the human V1 during binocular suppression. *Science*, *334*, 829–831.

Wegner, D. M. (2003). *The Illusion of Conscious Will*. Cambridge, MA: MIT Press.

Zeki, S. (2001). Localization and globalization in conscious vision. *Annual Review of Neuroscience*, *24*, 57–86.

译后记

时有风吹幡动，一僧云风动，一僧云帆动，议论不已。能（慧能）进曰：“不是风动，不是帆动，仁者心动。”

——《坛经》

先生（王阳明）游南镇，一友指岩中花树问曰：“天下无心外之物，如此花树，在深山中自开自落，于我心亦何相关？”

先生曰：“你未看此花时，此花与汝心同归于寂。你来看此花时，则此花颜色一时明白起来。便知此花不在你的心外。”

——《传习录》

一只乌鸦在叫……你在听，这些是两方面的——客体和主体，但你无法看见哪个是看着这两者的观照？——乌鸦，听者，而还有某个人在看着这两者，这个是很简单的现象。

——奥修

就意识的本性（功能、宇宙间意识的地位以及意识与他物的关系）而言，我不知道本书的作者克里斯托弗·科赫会不会同意上面三段话传递出的关于心和意识的思想，不过我猜他不会全然和断然地反对。

科赫是加州理工学院的生物学和工程学教授以及西雅图艾伦脑科学研究院的首席科学家。他是意识神经生物学研究领域的一位颇负盛名的学者，在意识科学研究中他与弗朗西斯·克里克有过长达16年的紧密合作。自2008年以来，他在Scientific American mind中开设了一个专栏“Consciousness Redux”，定期撰写一些有关当代意识研究前沿的令人

瞩目的文章。

2004年科赫出版过一本更厚也更具技术性的意识研究专著《意识探秘：意识的神经生物学研究》（The Quest for Consciousness：A Neurobiological Approach）。与《意识探秘》单纯地论述有关意识的观念、实验和理论相比，本书不但谈及的主题更广，而且对思想的阐述更精炼，书中的一些自传性描述和自白反映出科赫在其冷静客观的科学活动之内和之外的诸多其他侧面，反映出他对存在之谜、科学、宗教和对复杂多维人性的思考、看法和感悟。他说："我不仅是一个冷静客观的物理学家和生物学家，亦是一个这些年来会享受理解存在之谜的人。过去这些年，我认识到我的无意识倾向、我的信仰以及我的个性力量和缺陷是多么强烈地影响到我的生活以及我人生事业的追求。"

意识是人性的核心——在经历对意识长久的经验实证、哲学思辨和宗教体证的揣摩或品味之后，我们再次回到这个在科学-哲学-宗教的探索之旅开始之时就隐含在我们人生中的平凡的、不言而喻的看法。科赫在书中恰当地写道："如果没有意识，一切将不复存在。唯有通过你自己的主观体验、思想和记忆，你才能体验你的身体以及山和人、树和狗、星辰和音乐的世界。你可以行动和行走，看和听，爱和恨，回忆过往和构想未来。但最终，你只能凭借意识的所有显现才能与这个世界照面。而当意识终止时，世界也终止了。"

威尔曼斯在《理解意识》（Understanding Consciousness）中说："一个包括像我们一样有意识生物的宇宙与那个仅仅遵从僵化机制的宇宙相比会有一种非常不同的'感受'（feel）……如果我们从宇宙的实体中剔除所有作为某物像是什么的感觉（sense），那么宇宙可能继续存在，但它不会有一种作为某物的感觉。这样一个宇宙不会有意义和目的——而它仅仅就像还原论者、第三人称科学所描述的完全机械化的世

界。在我看来，这不是一个对我们所居住宇宙的完整视图。”如果说心智对“客观存在”（objective existence）进行了建构性的表征，那么意识则是对心智的建构性表征的显现（manifestation）；它们（心智和意识）在演化进程的一个伟大时刻共同促成了生命的现象世界。如果从德日进的观点看，这个伟大时刻也许不过是一个自然的、必然会到来的时刻，因为有感觉能力的生命在宇宙中的崛起是不可避免的；科赫也确信：“物理定律不可抗拒地支持意识的出现”。根据威尔曼斯的反身一元论（reflexive monism），意识通过宇宙自身的一个相对分化的部分——宇宙在其自身演化进程中分化出的有感觉能力的生命体，特别是像人这样的生命体——赋予宇宙本身以自我感，它将宇宙对其相对分化的部分和对自身的意义显现出来。没有意识，世界就没有意义。正是对意识赋予宇宙和生命以意义这一点的深切品鉴，成为驱使科赫研究意识的“一个无法抗拒且完全隐蔽的渴望”；正因此，它也使得科赫被神经心理学家马塞尔·金斯波兰尼称为“浪漫的还原论者”。

“浪漫的还原论者”这一称谓在某种程度上反映了科赫关于意识和意识研究的基本立场和态度，他写道：“之所以是还原论者，是因为我在数以亿计微小的神经细胞（每个都有数以万计突触）的无休止的变化活动中寻找对意识的定量解释；之所以浪漫，是因为我坚持认为：这个宇宙存在意义的云迹，它能够在我们头顶之上以及我们内心深处的苍穹中被解读。”与他的良师益友克里克不同，科赫不是一个绝然的物理主义者，在他看来：

主体性根本不同于任何作为涌现现象的物理事物。一种蓝色根本不同于眼睛视锥细胞中的放电活动，尽管我完全知道后者是前者的必要条件。一个内在于我的脑且无法从外部推断，而另一个具有客观属性，可以被外部观察者通达。这个现象属性来自不同于物理现象的领域，服从

不同的规律。我没有看到能够通过更多神经元来桥接无意识生物与有意识生物之间分水岭的任何方式。

意识与有组织的物质组块一起发生。它内在于系统的组织。它是复杂存在物的属性，且不能被进一步还原为更初级属性的活动。我们已经到达还原论的底层（这就是为什么本书副标题的还原论者具有浪漫的气质）。

物理主义本身太过贫乏而无法解释心智的起源。

因此，他极为称颂托诺尼的整合信息理论以及该理论基于或蕴含的哲学立场。科赫认为，他的立场是“一种属性二元论的形式：整合信息理论假定，有意识的、现象体验不同于其底层的物质载体。从信息上说，悲伤的体验是一个晶体，一个位于一万亿维度空间中的一个极其复杂的形状，其品质完全不同于引起悲伤的脑状态。有意识的感觉源自整合信息；因果性来自脑的底层物理学，但不是以任何易于理解的方式。那是因为意识依赖于大于部分之和的系统。”

作为科学家，科赫是还原论者，但与强硬的物理主义还原论者不同，他的还原论立场是浪漫的，这使得科赫对其他的形而上学传统，例如泛心论和佛教，抱有真挚的理解。本书第8章其中一节的标题就是“泛心论与德日进”，在这一节中，他写道：“通过假定意识是宇宙的一个根本特征，而不是涌现于更简单的成分，整合信息理论是一种精妙版本的泛心论。所有事物在某种程度上都具有感觉能力的这个假设，因为它的优雅、简单性和逻辑一致性而极为吸引人。一旦你假定意识是真实的并且在存在论上有别于其物质基质，那么很容易得出整个宇宙充满了感觉能力。我们被环绕和浸没在意识中，它在我们呼吸的空气中，在我们脚踩的土地中，在寄生于我们肠道的细菌中以及使我们能够思考的脑中。”

将泛心论与提出“惊人假设”的克里克的长期合作者科赫联系在一起多少有些让人惊异和意外，但很大程度上这也有必然性。我认为，泛心论在当代意识哲学-科学研究中的复兴是心身关系理论发展的内在要求推动的，而不完全取决于一个人的情感气质。当然，与朴素的泛心论版本不同，一些当代的泛心论版本（例如，经由怀特海-哈茨霍恩-格里芬路线而来的泛体验论）在理论上更精致、更严密、更一致和更完全。

科赫在书中提到了保罗·高更那幅触动人类的理智和情感深处的画作——《我们从哪里来？我们是谁？我们到哪里去？》。作为一名自然科学家，他渴望以理性和理智的方式探寻这些平凡的“门卫问题”的最终答案——“一个关于宇宙及我在宇宙中地位的统一观点”。然而，他在书中的结尾处仍然写道：“当全部被讲述和做完，留给我的是深切持久的惊异感。”这是科赫对其面对宇宙存在之谜的真实体会时的一个坦诚态度，也许这时，理性与神秘主义的直觉相遇不应该遭到过度地贬斥。在书中，科赫多次谈到克里克和他对待科学和宗教的立场和情感。科赫为他背离童年期对人格神的信仰而黯然神伤；像爱因斯坦一样，他的宇宙创造者“更接近斯宾诺莎的上帝而不是米开朗基罗画中的上帝。”然而，他对待科学理性和宗教超越性的立场和情感多少有些暧昧和游移。他说：“唯一确定的答案来自科学。我发现从理智和伦理观点看最吸引人的东西是某些佛教传承。”

现在，让我介绍一下本书的翻译情况。安晖（哲学博士、讲师，山西师范大学政法学院）和袁鎏（博士生，山西大学哲学系）翻译了初稿。之后，李恒威（哲学博士、博士后、教授，浙江大学哲学系/科学与社会发展研究所/语言与认知研究中心/意识科学与东方传统研究中心）对初译稿逐字逐句进行了一遍译校，并在译校稿的基础上又进行了一遍全面细致的审读。作为本书翻译最后的译校者，我愿意就译文的错

讹之处恭敬地接受读者的批评和指正。

本书的翻译获得“科学技术哲学浙江省重点学科”、国家社科基金重大项目“基于逻辑视域的认知研究”（11&ZD088）、教育部哲学社会科学研究重大课题攻关项目“认知哲学研究”（13JZD004）、国家社科基金重大项目“认知科学对当代哲学的挑战——心灵与认知科学重大理论问题研究”（11&ZD187）、浙江省哲学社会科学规划一般项目“纯粹意识及其神经现象学研究”（13NDJC173YB）的支持。感谢上述所有项目的支持。

最后，我想借此机会感谢唐孝威院士。如果不是他的不断倡导和推动，我不会这么深地涉入意识研究，我也不会如此充满热情地关注意识研究的当代进展。在他身上，我看到了科学精神——理性、实证、怀疑、探索、开拓、无私利、坚韧、谦逊、开放、人文关怀——最自然和最深切的表现。他的科学精神激励和鞭策着我！

李恒威



什么塑造了我们的人格？我们怎样做出决定？为什么人们之间会同心共感？

当代意识科学代表人物帕特里夏·丘奇兰德揭示神经活动如何为你是谁奠定了基础

脑科学研究专家唐孝威院士、意识领域知名学者李恒威教授撰文推荐



Touching a Nerve

The Self as Brain

触碰神经

我即我脑

[美] 帕特里夏·丘奇兰德（Patricia S. Churchland）◎著

李恒熙 ◎译



机械工业出版社
China Machine Press

触碰神经：我即我脑

Touching a Nerve：The Self as Brain

（美）丘奇兰德（Churchland,P. S.） 著

李恒熙 译

ISBN：978-7-111-50665-2

本书纸版由机械工业出版社于2015年出版，电子版由华章分社（北京华章图文信息有限公司，北京奥维博世图书发行有限公司）全球范围内制作与发行。

版权所有，侵权必究

客服热线：+ 86-10-68995265

客服信箱：service@bbbvip.com

官方网址：www.hzmedia.com.cn

新浪微博 @华章数媒

腾讯微博 @bbb-vip

微信公众号 华章电子书（微信号：hzebook）

目录

推荐序一

推荐序二

中文版序言

第1章　我，我自己和我的脑

不安

待售的水果

实用的视角

第2章　灵魂的探寻

身体与灵魂

为什么搞清楚脑的工作方式如此困难

否定要比实干容易

拓展我们的自我概念

第3章　我的天堂

脑中的趣事

幻觉但不是妄想

信念

第4章　道德背后的脑

价值的源泉

哺乳动物之爱

人类是一夫一妻制的吗

道德从何处开始

宗教和道德的理由

紧张与平衡

第5章　攻击与性

憎恨的快乐
攻击的用途
择偶竞争
雄性与雌性的脑
人类在性发展上的不同道路
性吸引及其生物学机理
睾丸素与攻击性
控制与驾驭攻击性
第6章　一场如此可爱的战争
种族灭绝是基因惹的祸？
制度规范如何塑造行为
第7章　自由意志、习惯和自我控制
自我控制的脑机制
自由意志
犯罪与惩罚
第8章　隐藏的认知
无意识的智慧
无意识进行的对话
获得习惯
我和我的无意识脑
回到我与非我相对立的划分
是我做的吗
自我概念中的失常
决定、无意识处理和自我控制
第9章　对有意识生活的考察
睡眠与意识经验的丧失

睡吧，宝贝，安静伴你一夜
意识的科学
对某物的意识与对具体某物的意识：一个联系
对其他哺乳动物和鸟类意识的评论
工作记忆
结语
致谢

推荐序一

意识问题是当代自然科学最基本和最困难的问题之一。近年来，由于实验技术的发展，用自然科学方法研究和认识意识的任务已经提到科学研究的日程上来。

意识问题涉及广泛的学科领域。从神经生物学的角度看，意识研究的问题之一是，产生意识的神经机制是什么，也就是要回答：主观意识体验是怎样由脑内神经网络产生的？这是一个激起人类理智好奇的有趣问题。

脑和心智非常复杂，具有多个层次和多个维度，需要从脑和心智的不同层次的各种成分的特性和相互作用，从它们与身体、环境和社会的相互作用，从它们的集成过程和层展现象等方面，来对意识进行研究。

意识研究不但有基本的理论意义，而且有重要的应用价值。世界最宝贵的是人，人最宝贵的是意识。人们开始重视意识与健康、意识与教育、意识与创新、意识与社会等实际问题的研究。这些应用研究的成果将造福于人类。

机械工业出版社组织翻译当代外国科学家关于意识的著作，以“意识与脑”为主题出版一系列图书。这些书有助于广大读者了解外国意识研究的现状，了解国外不同学科的科学家对意识的种种见解，并提出自己的分析和讨论。

中华民族走向世界，为世界文明做出贡献。在脑和心智的领域中，我们要对意识问题进行长期的、系统的研究，在继承中华文化和在自己研究的基础上，借鉴国外的发展，建构比较全面的意识研究框架。

意识问题是脑科学、心理学、生物学、医学、物理学、化学、信息科学、认知科学、计算机科学、哲学等许多学科交叉研究的课题，需要不同学科的科学家参与，综合运用多学科的手段进行研究。愿我们为解开意识之谜而共同努力。

唐孝威

浙江大学物理系/语言与认知研究中心

推荐序二

“我思，故我在。”笛卡尔用他的怀疑程序强有力地“证明”：有意识的思维或感受是一个自明的、强硬的、不可置疑的事实。然而，从理智的——无论是哲学的还是科学的——角度看，意识这个确定的事实仍然是一个巨大的谜！意识之谜的吊诡之处在于：它因意识本身而被提出，而如果它能被理解和解决，也必须凭依有意识的理智本身。也许我们应该在意识之谜面前驻足片刻，去体会一下它的独特韵味：有意识的体验好比是宇宙漫长演化中的一道曙光，尽管它还闪烁不定，但它第一次将曾经漫无边际的无意识的黑暗世界的一隅照亮，然后慢慢扩大，并最终明白自己就诞生在那个被它照亮的宇宙中。那么，到底是意识在宇宙中，还是宇宙在意识中？——这是一个“庄生晓梦迷蝴蝶”般的谜题。让我们暂时搁置这个玄思，回到当代理智的意识研究。

英国心理学家威尔曼斯（Max Velmans）在《理解意识》（Understanding Consciousness）这本名著中提出了意识的科学–哲学研究的5组问题：

问题1　意识是什么，它位于何处？

问题2　如何理解意识与物质之间的因果关系，尤其是意识与脑之间的因果关系？

问题3　意识有什么功能？例如，它与人的信息加工过程的关系是怎样的？

问题4　与意识相关联的物质形式是什么——尤其是大脑中意识的神经基质（substrates）是什么？

问题5　检测意识——发现其本性——的最恰当方式是什么？哪些特征能够以第一人称方法进行检测，哪些需要用第三人称方法，以及第一人称与第三人称方法的发现如何彼此相关？

换一个角度，关于意识的科学–哲学研究，我们也可以将它分为4个层次：

层次1　广义现象学：意识是一个唯有第一人称才可通达的现象，因此，作为一个现象，“意识是什么”的问题必须首先由第一人称的体验来揭示，它包括日常的体验、内省和反思、现象学的体验和反思、东方传统中的止观等。

层次2　形而上学：心与身相关，但心与身处于何种相关关系呢？这是一个根本的形而上学问题，它关乎人究竟以何种方式存在，就这个意义而言，它是意识研究中真正的“难问题”。在这个问题上，存在多种版本的一元论或二元论的解释。如果这个问题不能得到恰当理解，意识之谜就无望真正被解决。

层次3　自然科学：意识与身–脑紧密相关，这是意识科学研究的基础。苏珊·格林菲尔德（Susan Greenfield）说：“人脑是个难以捉摸的器官。由我们未知的原因，它产生了情绪、语言、记忆和意识。它给予我们推理、创造和直觉力。它是唯一能自我观察的器官，而且沉思它的内在工作。”与意识的自然科学研究相关的一些核心问题是：与意识体验相关的神经基质是什么？或者说意识的神经机制或神经相关物（NCC）是什么？无意识心智活动与有意识心智活动之间神经表征的差别是什么？为什么分布式的、时序上有先后的神经网络的活动会最终显现为一个统一的意识体验？

层次4　方法论：从第一人称角度，我们拥有体验；从第三人称角

度，我们拥有的是关于特定体验或体验类型的脑运行的知识。也许一个恰当的方法论态度是将第一人称方法和第三人称方法看成是互补的。

在当代，我们可以看到，不同背景的学者在上述所有层面上开展着如火如荼的研究——其间夹杂着激烈的对话、争锋和谨慎的整合。这里有悲观主义者——意识之谜是不可解的；有独断论者——意识就是颅内那一团布满皱褶的物质，意识、自我还有自由意志都是错觉；也有谨慎乐观的未来主义者——理智自己提出的一切合乎理性的问题都可以在理智的未来进步和科学的未来发展中得到解决或判定。

这是一个意识研究的大合唱时代，也是百舸争流的时代，科学勇往直前，而哲学会不时表现出一丝忧虑。然而，不论是什么态度或心情，如果人类还想最终获得一个合乎逻辑的一致且全面的意识理论，那么无论是有此理论抱负的研究者还是一般公众，都有必要博采兼容意识研究的多元的进路、思想和观点。为此，我们很高兴看到机械工业出版社以“意识与脑”为主题译介当代最新意识研究的成果和思想，汇成系列，希望这些工作能有助于推动国内科学界和哲学界对意识研究的关注，培育意识研究的学术氛围以及凝聚意识研究的学术共同体。

李恒威

浙江大学哲学系/语言与认知研究中心

中文版序言

欣闻我的新著《触碰神经：我即我脑》有了中文译本。很久以来我都渴望与中国的学者交流，如今这本著作在中国出版，我倍感荣幸。在中国，有关心智、脑和道德本性的探讨有着悠久而又与众不同的传统，诸如孟子这样的卓越思想家提出了许多深邃的见地。我期待着与中国的学者就科学（不仅包括神经科学，也包括遗传学、人类学和心理学）的发展与我们对自身本性的理解之间的关系，尤其是与我们的社会生活之间的关系展开讨论。我希望随着对社会行为的神经机制的了解越来越深刻，我们对于文化发展的理解也会更加全面，这将有助于制度的建设并最终服务于宽容、自由和智慧的目标。此外，许多人因为罹患神经疾病而陷于生活的困境，神经科学的研究为治疗这些疾病带来了令人振奋的希望。尽管在人脑的组织与功能方面尚有许多基本的问题还没有得到解答，但迄今为止的研究发现已经为治疗甚至是预防这些可怕的疾病打下了基础。的确，对脑的科学理解在实践上已经收获了重要的成果，关于脑的知识也催生了奇妙的技术发明，除此之外，科学知识本身也带给我们深刻的满足与纯粹的快乐，它是黑暗中驱散迷信的弥足珍贵的火光。

帕特里夏·丘奇兰德

第1章　我，我自己和我的脑

不安

我的脑和我是不可分割的。我之所以是我，是因为我的脑就是它那个样子。即便如此，我思考我的脑所用的方式却常常与我思考我自己所用的方式不同。我把我的脑作为“那个东西”来认识，却把我自己作为“我”来认识。我认为我的脑拥有神经元，但却把我自己看作记忆的主人。尽管如此，我知道我的记忆全部是与我脑中的神经元相关的。近来，我以更亲密的方式思考我的脑——将它作为“我”。

每天都会有关于脑的新发现：这里是你的脑中药物作用的区域；这里是负责音乐、笑话、情色的区域；这里是你的脑负责吹牛、憎恨、冥想的区域。有时候神经科学似乎比我更了解我自己。但另一方面，这样的形象却没有解释任何事情。它们只是将一个心理状态，比如一种感受或是思想，与一个其活动稍微有所增强的脑区关联起来。这些关联甚至没有表明存在着解剖学上的专属模块，例如，专门用来思考金钱的模块，就好像汽车拥有它的油量表这样的专属模块一样。一个突出的重要问题就是：在进行这些脑扫描的时候，其他脑区在做着什么？我们知道它们并非“无所事事”。

的确，脑科学仍然处于早期阶段。越来越多的发现一定会接踵而至。神经科学会告诉我，我并不了解我是谁吗？我应该为此而困扰吗？

一些结论令人不安。研究已经表明，无意识过程在我们如何做出决定和解决问题方面发挥着主要的作用。甚至重要的决定也依赖于无意识的脑活动。因此你也许想知道：我如何能够控制我甚至都没有意识到的

脑活动发生的区域呢？对于我意识到的脑活动，我能控制吗？再者，如果自我不过是脑在诸多帮助下所建造的东西之一，正如已经表明的，这些帮助来自脑的无意识活动，那么这里的我又是谁呢？

还有一些结论会搅扰我们平静的心灵。试想一下：记忆因为脑中神经元连接的修改而生成。当脑细胞（神经元）通过催生新结构、修剪旧结构来改变与其他神经元的联系方式时，记忆便产生了。这改变了一个神经元与另一个神经元联系的方式。与我生活中的事件以及“什么使得我之为我”有关的信息被储存在活的脑细胞（神经元）之间的各种连接模式中。关于童年、社会技能、如何骑单车以及如何开车的知识的记忆全都存在于神经元之间相互连接的方式之中。

于是就有了一个可能不受欢迎的结论：在精神错乱的疾病和正常老化中，神经元会死亡，脑结构会退化。在死亡过程中，脑细胞会迅速退化，同时伴随着信息的大量流失。失去了包含着信息的活的神经元，记忆会枯萎，人格会改变，技能会丧失，动机会消失。在死后还会有什么属于我的东西留下来吗？这样的东西会是什么呢？没有记忆和人格，没有动机和感受的东西？那差不多不是我了。但终究这也许真的没什么。

习惯于脑科学可能是一件令人烦恼的事。例如，一位名头不小的哲学家在一次我也参加了的会议上跳起来，双手握紧他前方的椅子，向安静的人群喊道：“我恨脑！我恨脑！”他夸张的动作究竟想要表达什么呢？

他想说的可以是许多不同的东西，也许他自己也并不完全清楚他想表达的意思。也许他只是需要发泄一下。也许他只是为这样一种状况感到烦恼，他的哲学观念在一个繁荣的领域中开始不吃香了。我们也大可以揣测，他或许只是想引人注目罢了。

然而，他原来可能是想说神经科学正在产生各种结论，而他不知道要如何将它们吸收进自己惯常的思考方式中。我有理由确定，他不相信存在着与脑分离的灵魂——那并不是问题所在。他也许想说的是他并不想知道奠定他观点和态度的那些机制——这些机制包含着在因果性中相互连锁的细胞和化学物质。每个人都认为我们比其他任何人更了解我们自己，但如果无意识的脑才是我们在此刻所思所感的主导因素，那我们脚下的基础可能就正在消失。[1]

也许我的这个朋友发现他被反启蒙的观点所吸引，这种观点认为脑的奥秘及其如何运作不宜深究。也许他认为，说到脑，无知比有知更有价值。他是担心神经科学方面的知识就像禁果，像普罗米修斯盗取的天火、潘多拉的魔盒、浮士德的交易，像从应当封闭起来的魔瓶中放出的魔鬼吗？那样的胡言乱语会有什么意义呢？

自古以来，那些预示着彻底改变人们思维方式的知识都会受到百般阻挠。对此，只要想一想当伽利略通过他惊人的新工具（望远镜）发现木星的诸卫星时罗马的红衣主教们所表现出的震惊就可以了。这些红衣主教们甚至拒绝去看一眼。伽利略意识到木星的卫星绕着木星旋转，金星绕着太阳旋转，于是……哎呀……哥白尼或许是正确的呢。地球也在绕着太阳旋转——这就意味着地球并非宇宙的中心。

在宣告他的发现后不久，伽利略就被软禁起来并被迫撤回他“地球围绕太阳运行”的假说。这个撤回的决定是在被恐吓后做出的——不放弃就会受到折磨。因此，“地球绕着太阳旋转”究竟有什么大不了的呢？现如今每一个小学生都会学到，而且也没有捅了马蜂窝。[2]

红衣主教们为何对此会如此重视？他们难道“憎恨”地球围绕太阳运行吗？大体的回答是这种重视源自他们在关于宇宙的物理学上的信念。

当时，传统的想法认为，地球是宇宙的中心。所有在层次上低于月球的事物都是可朽的、易变的、尘世的、不完美的。这是“月下物理学”负责的领域。所有层次在月球之上的事物都是完美的、神圣的、永恒的，等等，而这是“月上物理学”负责的领域。两个领域被认为适用不同的法则。人们广泛认为星辰是包裹整个宇宙的巨大球体（这个球体实实在在由水晶构成）上的窟窿——当然，在这个宇宙中，地球是中心。这一宇宙论源于《圣经》经文。

哥白尼和伽利略成了这一宇宙论的牺牲品。木星的卫星看上去与我们的月球十分相似，这就意味着它们也许也是由尘土构成的球体（dirt balls）。因此，木星也许不过就像地球一样。但是如果这样的话，上帝不就没有将地球造为宇宙的中心吗？这意味着水晶球体是不存在的吗？如此一来，天国如果不在月球之上，又会在哪里呢？耶稣，当他的肉体升入天空，他将去往何处呢？这个明确而持久的世界观从根本上受到了质疑，这一质疑让人们对那个可能替代这一世界观的东西感到恐惧。基督教会这个机构正是建立在耶稣的肉体会在一个实际存在的地方复活这个信念之上，这个实际的地方就是天国。这一确实存在的地方在月亮之上，也许甚至在星辰之上。如果你相信某事绝对确实并且是根本的，那么当你发现你的“真理”很可能破绽百出，或者更糟，完全有可能是错误的时候，你就会感到十分震惊。

英国科学家威廉·哈维（William Harvey）在1628年发现心脏实际上是由肌肉构成的泵，接下来让我们看一看这个发现所造成的影响。太恐怖了！事实绝不会是如此！心脏绝不会只是一块肉做的泵而已！那么心脏究竟又有什么大不了的地方呢？

在哈维的时代，传统的想法接受的是一个完全不同的叙事，这个叙事是由罗马的内科医生和哲学家盖伦提出的。盖伦认为有生命意味着动

物灵魂（animal spirits）将生机注入身体。动物灵魂从何而来？它们是在心脏中持续不断地产生的。这就是心脏的工作——调制动物灵魂。注入生机？那意思就是维持生命。因此，这终究是一个循环且无用的解释。[3]无论如何，这种观点就是，心脏持续地将动物灵魂注入血液，同时心脏又不断地制造新的血液。

心脏确实是一个泵，哈维的这个发现确认了灵魂或许并不是造成活的动物与死的动物之间本质区别的东西。血液的产生自有其地，而心脏的作用只是循环血液。[4]

哈维的同事当然都还深深地沉浸在盖伦对动物灵魂的解释这一毋庸置疑的“真理”中。面对哈维的论据，他们痛苦地叫喊道：“我恨心脏！我恨心脏！”而他们实际所说的在某种程度上更加糟糕。他们说自己“宁愿与盖伦同错也不愿和哈维一起宣告那个真理。”[5]这是一种人们熟悉的鸵鸟策略。让我们相信我们情愿去相信的吧。但就像拒绝“地球围绕着太阳旋转”这一发现一样，这种关于心脏的鸵鸟策略也不可能持续太久。

为什么哈维“心脏是一个泵”的发现会引起如此的焦虑呢？因为它所发现的不仅仅只是关于你胸腔里那个器官的一个毫不起眼的事实。对于生活在17世纪的人而言，这一发现挑战了思考灵魂和肉体的整个框架，而这个框架从公元150年开始就被想当然地认为是真的。哈维的发现威胁到了宗教框架与科学框架之间的紧密联系，前者将生命作为灵魂的事，而后者要探索的正是那些灵魂的本性。在哈维之后，在哥白尼和伽利略之后，这一联系的紧密性就不再是那么方便的一件事了。宗教要么就抛弃教条与科学为伍，要么就与科学分道扬镳。

哈维的发现所做的就是打开了一个完整的问题域：血液为什么会循环？它是从哪里产生的？血液到底是什么？为什么有些血液比另一些颜

色更鲜红？生与死的区别是什么？突然，一件所有人都认为自己已经了解了的事情被更多疑问而不是答案所取代了，而这些问题最终导向了更深刻的回答，是的，甚至是更多疑问。不确定性对有些人来说是补品，对另一些人来说却是毒药。杜撰出的确实性对轻信者是抚慰在心，而对怀疑者却如芒刺在背。

哈维的发现对我们似乎没有威胁，这是因为我们已经完全习惯了心脏是用来循环血液的泵这一观点。此外，也没有人会在盖伦的意义上谈论动物灵魂。活着有着一个完全不同且生物学的基础，这个基础无须祈求动物灵魂。虽然如此，这个例子还是有启发的，因为对我们来说非同小可的是这样一个认识：我们之所以是我们，是因为我们的脑是它们那个样子。而且，这也挑战了一种世界观，并驱使一些人躲回他们所希望的正确的真理之中。他们憎恨脑。

在理解脑上取得的进展的确意味着要以一种多少是新颖的方式来思考我们自己。例如，作为一桩奇事，我们要去理解我们如何完全是生物的，我们的心理过程如何完全是生物的——它们怎么可能受到激素和神经化学物质的影响呢？就像所有哺乳动物的心脏都与人的心脏非常类似一样，所有哺乳动物也都与人一样具有相同组织和解剖结构的脑。几百年后，学生们读到我们这个时代的历史或许会对反对脑科学感到瞠目结舌，就像我们现在考虑17世纪对心脏是肉做的泵的反对一样。[6]

无论令我们惊恐的科学新发现是什么，那些否定这个发现的策略都不可能长久。匈牙利的内科医师英格涅·塞麦尔维斯（Ingaz Semmelweis，1818—1865）发现在解剖尸体之后，以及在产科病房做产检之前用漂白粉洗手消毒能够将妇女的感染死亡率从35%降低到1%。他的许多同事对于要让他们洗手这个想法很是不爽。尽管塞麦尔维斯努力劝说医师们只是验证一下洗手的效果就好，但他却被视为一个怪人受

到人们的取笑，在医学界里他也极不受待见。他47岁就死了，在他死后许多年，给手消毒才成为标准，而这也部分是由于巴斯德和李斯特（Pasteur and Lister[7]）的佐证数据的结果。同样重要的是，他们发现了引起感染的微生物，这些微生物是肉眼看不见的，需要借助于显微镜才能看见。微生物解释了为什么洗手可以防止感染的扩散。看不到的微生物被从手上洗掉了。

在伽利略被捕之后大约400年[8]，天主教会承认了每一个受过良好教育的人都知道是真的东西：地球不是宇宙的中心。它是太阳系的一分子，而太阳系自身又在一个小星系的旋臂上运转。我们可以在鸵鸟策略与赫胥黎的要求之间做一个对比："我的任务是让我的渴望服从于事实，而不是试图使事实与我的渴望相一致"。[9]

如果你宁愿有一些神秘的事情包裹着自我这个东西（the stuff of self），那么海量的与脑有关的问题，包括基本的问题，都尚未获得回答这个事实也许会令你感到舒心。因为就更高级的功能——包括提取自传性回忆、解决问题、做出决定、意识，我们为什么会睡觉和做梦——来说，没有一个我们接近获得了完整和令人满意的神经解释。对于造成有些人生活节俭而有些人出手阔绰，有些人觉得数学是小菜一碟，而对有些人而言学数学却是苦差事，有些人睚眦必报而有些人却宽宏大量的那些神经生物学差异，我们还一无所知。神经科学已经给出了许多零碎和片段性的解释，但脑功能的复杂性却着实让人望而却步。有些人说，人脑是宇宙间最复杂的东西。也许这是真的，尽管我们无从知晓。浩渺的宇宙有数以亿计的星系。就我或任何其他人所知道的而言，在某些其他星系，有着甚至比人脑还要远为复杂的东西。

为了回到我的那位朋友的真心诚意的哲学呼告上来，我已经暂停下来谈及一件事情。当新知识带我们进入以前并不知其存在的各种事实空

间（它们很难被吸收进我们觉得我们知道的那个令人惬意的世界中）时，即使学养深厚，阅读广泛的人也会感到抵触。对伽利略和哈维的反应让我们看到了这一点。就生物进化论——它的确震惊过许多人，而且在某些领域依旧如此——来说，这样的情形也同样适用。对达尔文进化论的接受绝不比对哈维发现的接受要好。从情感上接受你在认知上已经理解的东西常常困难重重，而我们的脑就是以这种方式连线（wired）起来的。

在这里，有某种东西让人们，并且明确地说，也让我感到不安。那些自我鼓吹的作家推销一些与脑有关的假设，他们夸大了我们实际知道的东西，从而造成一种轰动效应。他们声称某些结论已经确立起来，而且极为重要。“自由选择是一个幻觉”，“自我是一个幻觉”，“爱不过是化学反应”，这样的主张让我们应接不暇。只是这样的主张有多少扎实的支持呢？又有多少是推销和人为的操纵。

照我的判断，这些令人吃惊的主张更多是耸人听闻的，而不是正规的科学。这些主张也许包含着真实证据的内核，但它们却极大地扭曲了实际上确立的东西，以至于大肆地鼓吹将真理的内核都推入了困境。就好像生物进化论意味着你的祖父是猴子这样的主张对人们的误导一样，关于神经的妄言（neurojunk）也以相同的方式引起误导。关于生物进化论的那个主张歪曲了我们对生物进化论的真实的了解，完全是一派胡言。如果你仔细地审视就会发现，与那些时髦的广告文案向人们暗示的相反，在这些关于脑的被过分鼓吹（over-egged）的观念中有一些依靠的是介乎中间，含义模糊，难以解释的材料。

然而，在“我憎恨脑”的这个领地中，有一些哲学家则表达了一个完全不同的担忧。神经科学和心理学的发展让他们恼怒，因为这些领域正在蚕食着被哲学家看作是他们的跑马场的地方。无论是在美国还是在欧

洲，许多当代的哲学家在其为工作所做的训练中都期待着处理与意识、知识以及决定的本质相关的问题而无须了解任何神经科学。或者说，就此而言，无须了解任何科学。他们想要从那些伟大著作或自己的反思中寻获洞见。他们抱怨说，这才是真正的“哲学方法”。“关脑什么事？难道不对脑有所思考就不能探索这些深刻的问题吗？”

基本上，这种反应是出于对丢了饭碗的恐惧。对这种反应，人们很容易报之以同情，但却不再想要开倒车了。当城市里都用上了电，点亮街灯的灯夫就不得不去其他地方讨生活；当汽车取代了马，乡村的铁匠就不得不改学修理内燃机。哲学家有很多事可做，他们可以与科学家合作，他们也可以传承伟大经典中的智慧。[10]但如果他们想处理心灵是如何工作的这个问题，他们就必须了解脑。

将关于神经科学的妄言和对领地的忧虑放置一边，真正的神经科学（substantive neuroscience）是我想要论及的领域。这是一个与我们关于自身的认识直接相冲撞的领域，它暗示了我们也许是多少有些不同的东西。

由于这么多年来在加州大学圣迭戈分校给本科生教授神经哲学，我对于心智/脑有关的各种科学可能令人不安深有体会。正像我所描述的那样，神经哲学的工作是在和选择、学习以及道德相关的那些哲学上极为重要的古老问题与有关神经系统本性的日益积累的知识这两者所形成的界面上展开的。它要探究神经科学、心理学以及进化生物学对我们如何思考自身所造成的影响。通过关于脑的知识，它要拓展和修正我们的自我概念。

我的本科学生常常都会受到脑科学的吸引，就好像受到夜晚林地中篝火的吸引。与此同时，他们也会表达一种忧虑，这种忧虑关系到脑科

学会在我们的理解中造成什么样的变化。在这里有一种紧张，有一种矛盾的情感。要是我们并不喜欢我们日渐理解的东西该怎么办呢？新知识会令我们感到难受吗？要是我们被那篝火灼烧了要怎么办呢？变化本身可能会令人不安。神经科学所激起的这种焦躁不安就是欧文·弗拉纳根（Owen Flanagan）和大卫·巴莱克（David Barack）所称的神经存在主义（neuroexistentialism）。[11]

就像其他人一样，我发现生活中有许多会令我失去平衡的东西，许多会造成不协调和苦恼的东西。然而，从整体上来说，神经科学的发现并不使我惊慌。我常会感到惊讶，但会感到惊慌吗？只要这里的科学是牢靠的，我就不会感到惊慌。

生物学打消了我的不安。通过进化建立起与所有生命的联系赋予我一种安稳的归属感。我认为这种联系并不必定造成这种归属感，但它的确造成了。它让我理解我在宇宙中的位置。我看着一只果蝇思忖道：建造果蝇身体的基因在本质上与建造我身体的基因是相同的。我看着蓝冠鸭衔着花生飞进树林中的隐藏处，我想：运转它们空间记忆（把花生藏在哪里）的脑的工作方式与我的空间记忆运作的方式完全相同。我看见一头母猪照顾小猪崽，我想我也有着同样的照顾我的孩子的系统。在司空见惯的心理事件中我会发现快乐，例如为了要做出一个涉及诸多因素的决定，我已经反复考虑了几天，一天早晨，当我冲热水澡的时候，这个决定在我的意识中冒了出来。我的脑做出了选择，我知道要做什么了。哇，脑！

那么我是如何到达这里的呢？那个最终令我悦纳我的脑，更确切地说，悦纳神经科学告诉我的关于我的脑的那些东西的道路是怎样的呢？这个故事可以分两部分来说。一部分是简短的，它包含着基本的背景逻辑。尽管我怀疑这个背景逻辑是答案的要点，但事后来看，也正是它赋

予了答案中那些更为间接也极其凌乱的部分一个有意义的组织。这个凌乱的部分与缓慢的认知发展、脾气、成长、学习、行为榜样、生活经验、成功、失败，以及运气有关。在此，背景逻辑并非不重要，但它却糅合了各种因素（in mixed company）。

要叙述我是怎样开始习惯以神经生物学的方式来思考，我就必须要讲述一个多少有些个人化的——而不是教科书式的——故事。关于神经系统，有许多可读性和科学性都极其出众的教科书，包括导论性的著作。[12]我不打算重复这些已有的成就。我想要做的事情更为柔和（softer）一些，这样你就能看到从我的视角看去脑的世界看起来是怎样的。有时我发现在谈论脑的时候，将科学与故事相互交织起来是有益的。由于农场生活是塑造我如何开始我的生涯的一种主要力量，因此许多的故事都来自农场。

我在农场长大，在那里，了解事物的工作原理并不只是一桩可有可无的事情。经常都会有东西需要修理甚至是改装，而了解怎样修理或改装一个装置就会节省时间，省去很多麻烦。知道怎样在暴风雨中让煤油灯亮着，或者怎样恰到好处地设下一个捕捉囊地鼠的夹子对于照亮黑暗和控制害虫是极有用处的。一个方法不管用就要去琢磨一个更好的方法。找到一种解决方法也是一件让人骄傲的事情。我常常小跑着跟着父亲，着迷地看着当地的锡匠做出一个崭新的火炉烟囱或者果汁厂生产出装苹果汁的瓶子。当我开始系统地了解脑的时候，要做的事情看起来就与此相同——发现事物是如何运转的。

背景逻辑有三个要点，本质上它们可以表述如下：第一，实在并不服从于我们对它的期望。事实就是事实。如果我们不喜欢它被整合而成的方式，实在并不在乎。无论如何，实在是“我行我素”的。如果我们硬是不相信有关心脏、脑或艾滋病的成因的事实，实在也并不在乎。通过

揭示实在，有时我们会改变它，例如通过发明一种新的疫苗或一种新的机器来驾驭电能。要破译实在，科学——试验、遵循事实、修正、再试验——是我们最为有力的工具。就像在实验室里一样，无论是在农场还是在森林，这一点都一样。

第二，服膺于真实是一种心理状态。你可以与实在作对，期待着你的幻想会占了上风，抑或你决定与实在言归于好，开始服膺于它，真正地服膺于它。这花了天主教会400年的时间，它接受了伽利略关于木星卫星的发现，而且看起来它现在也完全服膺于那个实在了。通常，就长远来看，和关于实在的真理做斗争终究会败下阵来。就像是雀斑，要是你脸上长了雀斑，而你又憎恨它们，那么你只是在给自己平添痛苦。如果你接受了你的雀斑，如果你开始看到它们的魅力所在，你的面貌就会好很多。

第三，我们能够调节我们利用科学的方式。对于那些坚持认为往昔胜于今日的浪漫主义者，我们无须在意。往昔亦有瘟疫，而没有麻醉药。那些耸人听闻的人对我们说由于我们知道的太多，世纪末日（Armageddon）近在眼前了，对于他们我们亦无须在意。他们所说的完全是胡扯。这两种人都反对启蒙，而且错得离谱。在华盛顿特区曾经举行的一场生物伦理学会议上，一个反启蒙的人摇晃着手指对我说："你是一个乐观主义者！"很明显，他的语气和晃动的手指是在有意做出一种正告，但在我看来，这却颇为奇怪，一来是因为我自忖是一个坚定不移的实在论者，而不是一个毫无分寸的乐观主义者；二来是因为我从不认为实在论的乐观主义是一桩罪过。[13]当然我们可不能将它与诸如疏于照顾宠物、嗜赌，抑或性侵儿童同日而语。

但在下面这一点上他却是完全正确的：任何发现都可能被用之于邪恶的目的，无论这个发现来自化学、考古学，或是冶金学。例如，火可

以被用来烧了其他人的房子。宗教亦可以被用之于邪恶的目的。虽然如此，我们却可以调节我们如何行动。就科学发现的情况来说，我们可以控制对这些发现的利用。由于有一些科学发现会明显和毫无疑义地被用之于改善生活，例如小儿麻痹症与天花疫苗、百忧解[14]和锂、外科医生的洗手和牙医使用的局部麻醉，就此来说，我是一个乐观主义者。对我晃动手指的那位生物伦理学家难道不清楚所有这些发展吗？他当然清楚，但是对这些进步他却左右为难。在我理解，他瞧不起身体的舒适（creature comforts），把它们仅仅视为现世的（this-worldly）安逸而已。但是，如果就像我一样，你的成长也伴随着在一个贫穷农场上辛苦的劳作，你就不会愿意对进步、身体的舒适以及阅读的时间嗤之以鼻了。在冬日的早晨，室外的温度是零下10华氏度，积雪有两英尺[15]那么厚，在这时，有一个室内的卫生间该是多么舒爽的事。

对用来描述发现的这种逻辑匆匆的一瞥并不足以让人们认可有关对自己与世界的理解的一种重要而崭新的方式。要看到这种逻辑是如何呈现的，以及是否存在与上面提出的各个主张相颉颃的抗辩论证，是要花些时间的。要看到新的框架是否一致并能经得起考验也是要花些时间的。谨慎与质疑总是合适的。这个逻辑就像一个种子，而且也仅仅是一个种子。我们想看到假设是否牢靠，是否发展成为一种更为连贯、可信和稳固的东西，或者我们想看到假设是否无济于事，不能解释或预测任何事情，也不能成功地与更为富有成果的假设相竞争。

在根深蒂固的信念上做出突然的改变很可能是过于轻率的。我有一个婶婶，一度是一个共产主义者，过了几年放弃了，成了一个摩门教徒。在此之间，她又短暂地皈依了基督教科学派（Christian Science），而在祈祷对她的化脓性智齿毫无成效，她不得不求助于牙医的时候，这次皈依也结束了。她的摩门主义持续了短暂的时间之后就终

止了，因为她又遇到了耶和华见证会（Jehovah’s Witnesses）所相信的东西。每次她对新信念的热情都一发而不可收，在一个信念被触动之前，她的确定与深信不疑是无法被撼动的。要不是她要让我们所有人都皈依的冲动让她变得很烦人，这会是一件挺有趣的事。在指导我们生活的思想意识上的这种不稳定既不寻常也不明智。

有一些事情脑做起来非常缓慢，这些事情涉及深刻的理解力或者世界观的深刻转变。有时人脑的确要在经年累月的沉思、沉浸于其中并领悟了以后才会搞明白一些事情。在一个秋日阳光明媚的下午，看到一个苹果落下来让牛顿抓住了引力这个想法——这个故事是虚构的。行星以及地球上的运动的本性是什么，这个问题牛顿已经翻来覆去地咀嚼了数十年。在神经科学的发展中也有很多要去细致思索的东西，对于那个得出人并没有支配他的生活这个结论的性急的小论证，在我们将其腾挪到我们的信念系统之前，是应当抱持着怀疑的。

深刻的观念在人脑中慢慢地显露出来，这一点与电子计算机有着惊人的反差。在许多事情上，计算机做起来比我们快得多，比如计算。但无论如何，至少到目前为止，计算机却做不出人脑需要缓慢进行的那些深刻的事情。它们提不出有关物质的本性或者DNA的起源的新假设。[16]

[1] 在Christof Koch的Consciousness：Confessions of a Romantic Reductionist（Cambridge，MA：MIT Press，2012）一书中人们就能听到一些这样的担忧。也请参见Stanislas Dehaene对该书的评论，“The Eternal Silence of Neuronal Spaces，”Science 336（2012）：1507-8.

[2] 为什么伽利略如此倒霉，而哥白尼却没有遭逢厄运？这由于哥白尼很清楚教会对异端邪说的惩罚，因此在他的有生之年，他没有冒险出版自己的书，没有冒险去激怒教会。然而教会的确把他的书列为禁书，这

一点哥白尼明白地预见到，但禁令徒劳无用，因为话已出口，覆水难收了。

[3] 盖伦当然不傻。相反地，他做了许多解剖，为解剖学做出了重要的贡献。在切割动物神经的过程中，他渐渐正确地认识到来自脑和脊髓的神经控制着肌肉。真正的问题在于医师们逐渐把他的工作树为权威，不去质疑或者纠正，盖伦自己对此或许也会感到沮丧。在人们对身体运行的理解是如此可怜的时候，这种情况就尤其令人遗憾。

[4] De Motu Cordi（On the Motion of the Heart and Blood in Animals）,first published 1628 in Frankfurt.Prometheus Books republished a paperback in 1993.

[5] Thomas Wright,William Harvey-A Life in Circulation（New York:Oxford University Press,2012）.

[6] On this topic,see Owen Flanagan,The Problem of the Soul:Two Visions of the Mind and How to Reconcile Them（New York:Basic Books,2002）.

[7] 路易·巴斯德（1822—1895），法国化学家，微生物学家。他研究了微生物的类型、习性、营养、繁殖、作用等，奠定了工业微生物学和医学微生物学的基础，并开创了微生物生理学。约瑟夫·李斯特（1827—1912），英国外科医生，在巴斯德研究的基础上解决了创口感染问题。外科消毒法的创始人之一。——译者注

[8] 1992年，梵蒂冈教皇约翰·保罗二世承认当年对伽利略的所作所为是一个“善意的错误”。从1632年，伽利略被传唤到接受审讯算起，已经过去了360年。——译者注

[9] 人们广泛认为这话是赫胥黎（Huxley）说的，但我没有找到他究竟是在何时何地说过这句话。

[10] 的确，有一些哲学家热情地拥抱神经科学，其中卓有声名的包括

Chris Eliasmith,Owen Flanagan,Andy Clark,David Livingston Smith,Clark Glymour,Tim Lane,Jeyoun Park,Brian Keeley,Warren Bickel,Walter Sinott-Armstrong,Carl Craver,Leonardo Ferreira Almada,Thomas Metzinger,Dan Dennett,Ned Block,and Rick Grush.See also Massimo Piglucci’s philosophy website,http://rationallyspeaking.blogspot.com/,and Nigel Warburton’s Philosophy Bites interviews and podcasts on http://www.philosophybites.com/ and Julian Baggini’s website http://www.microphilosophy.net/.

[11] O.Flanagan and D.Barack,“Neuroexistentialism,”EurAmerica:A Journal of European and American Studies（2010）:573–90.

[12] 最知名的教科书是由Eric Kandel等人所著的Principles of Neural Science（New York：McGraw-Hill Medical，2012），这本书已出至第5版，人们亲切地称其为“神经圣经”（NeuroBible）。Larry Squire等人所著的Fundamental Neuroscience（Elsevier，2003）是一本杰出的导论，现已出至第4版，新版也正在付梓中。Dale Purves等人所著的Neuroscience第5版（Sunderland，MA：Sinauer，2011）是另一部受人喜爱的作品。由Sam Wang和Sandra Aamodt合著的Welcome to Your Brain（New York：Bloomsbury，2008）则是一部非常简略但很有用的导论。

[13] See Matt Ridley,The Rational Optimist:How Prosperity Evolves（New York:Harper,2010）.

[14] 百忧解是一种治疗精神抑郁的药物，主要是通过抑制中枢神经对5–羟色胺的再吸收，来用于治疗抑郁症和相伴随的焦虑，治疗强迫症及暴食症。——译者注

[15] 1英尺＝0.3048米。

[16] 最初是Brian Cantwell Smith让我对这一点留下了深刻的印象，他

当时在施乐帕洛阿尔托研究中心（Xerox PARC）。

待售的水果

什么是待售的水果（orchard run）？就是从树上摘下来被运出果园的水果，这些水果还没有在被超市出售以前“打扮”一新。因此，待售的苹果在大小和颜色上都可能不同，也许还带着枝条和冰雹的印记。虽说它们看上去并不鲜亮，但味道鲜美。我父亲是一个果园主，他每周都会为村里的报纸撰写专栏。他给专栏起的名字就是待售的水果，以表明他打算自由地从他自己的视角来撰写专栏，深入地思考各种主题，这些主题包括杀虫剂的使用，最为有效的收集野蜜的方法，以及与我们这里半沙漠地带的水资源管理有关的政治活动。

出于和我父亲，沃利·史密斯（Wally Smith），的考虑相类似的理由，我用待售的水果这个说法让自己以一种相当自由和轻松的方式来深入地思考我和我的脑的亲密关系——我是如何逐渐悦纳了这样一些发现，它们让我领略了与我的脑运作方式有关的那些奇妙的事情。这种悦纳让我轻松地在自己的心智果园（mental orchard）中专注地思考，而无须太过担心在这里或那里遇到缺陷甚或是难堪。

习惯于我的脑的这个故事在我开始系统研究脑之前很久就开始了。像许多孩子一样，我看着祖父母逐渐的衰老，一个经历充沛，富有魅力，而又充满爱心的人渐渐变得笨拙而又糊涂，最终撒手人寰。我母亲曾经学过护士，虽说她知识有限，但她总是倾囊相授，直截了当地回答我的问题。她给出的解释都和脑有关，和脑的退化与生命的消逝有关。祖母麦金奇（MacKenzie）的记忆、她弹钢琴，织毛线，种菜的能力全都依赖于脑。当然，说到究竟怎样依赖于脑，我母亲就不知道了。

我对脑几乎一无所知。我家的农场在不列颠哥伦比亚的一个偏僻山

谷中，在那里和动物的内脏打交道是我生活必不可少的一部分。鸡的体内是怎样的我很清楚，因为我必须要为准备鸡肉来把它们清理干净。有时，我会看到不同形成阶段中的鸡蛋。我取下心脏、嗉囊，以及砂囊一探其中的究竟。当我们扭断鸡的脖子来杀鸡时，我们弄断的就是脊椎。通过检查鸡的脖子我对脊椎看起来是什么样的有一些了解。火鸡的脖子要更好一些，因为它们更大。我知道当我的母牛戈尔蒂被放倒在地，人们会向它头部射击，因为那是确定无疑会致死的，我也从肉店了解到羊头里面的景象。玻璃橱窗后面放置在托盘上的所有那些松软和块状的东西就是脑组织。我还知道我也有一个脑。

祖母去世的时候，在她那里会发生什么呢？我母亲是一个身体力行的基督徒，她非常实际。由于在乡下做护士，那里的医院没有抗生素，也很少会去控制患者的疼痛，我母亲就给她选择的那些宗教观念以特别强调，而将那些不受欢迎的观念轻松地弃置一旁，因为它们毫无作用。说到天堂，她的看法很坚决，“更重要的是担心此时此刻的事情，就在当下，你就能造成你生命的天堂或地狱”。她强调的是祖母度过了美好的一生，而我们都终将不免一死。我的朋友从他们的父母那里听到的也是这样的事情，也许这就是他们在世界上生存所采用的简单实用（no-nonsense）的方法，就像他们悲伤地提醒我们的那样，在这个世界上，狼一直都在门外环伺。

乡下的住户有着非常鲜明的差异，而我和我的朋友对所谓的怪人很是好奇。这些怪人并不隐身在阁楼（谁家有阁楼呢？），他们在其他的乡民间做着生意。我们被告诫不要盯着他们，也不要冒犯他们，尽管如此，我们还是小心谨慎地打探他们。很长一段时间，梅根都让我们搞不懂，我们对她还有些许的担心，她穿着绚丽的衣服，但即使她定期剃须，在她的上唇和下颌上也能够看到胡须。在教堂里，坐在她的后面，

我发现比起教堂的讲道，梅根身上的不协调更令我着迷。梅根的这种情况提出了性征与人格的问题，也会让人们好奇为什么有些人对男孩子有着强烈的兴趣，而其他人却没有这样的兴趣。

唐氏综合征（Down’s syndrome）在孕早期能够被诊断出来之前，有很多孩子生下来就患有唐氏综合征。露易丝和我一般大，她和我们同班同学的反差让我们都很好奇学不会阅读和学不会挤牛奶会是什么样子。乡村的这段生活提出了很多令我困惑的问题：为什么希尔伯特太太会在复活节的早上，当他的先生和孩子都在教堂的时候，服老鼠药自杀？为什么尽管是一个成年人了，罗比·富兰克林还会经常对着一个根本就不在眼前的伙伴唠唠叨叨说个不停。菲茨吉拉德先生的两只手总是在不停地颤抖又是怎么回事。

我父母的生活之道意味着自然的原因（natural causes）才是事情的核心，尽管他们也许并不怎么理解这原因。即使自杀也被归咎于在那时被称为“神经故障”的一种东西，这个说法并不意指任何非常明确的事物，而只是说脑子出了些差错。精神分裂症（schizophrenia）可能就是造成罗比·富兰克林产生各种幻觉的原因，虽然那时还没有这样的叫法，但他的问题被视为他脑部的一种疾病。那时，罹患这种疾病的人——我们应当同情而不是嘲笑他们——对这种病基本上是无能为力的。菲茨杰拉德先生的颤抖又是怎么回事呢？我母亲看见过许多类似的病例，她伤心地解释说，颤抖是脑部疾病造成的结果，而最终他也会死于这个疾病，除非很幸运，有什么东西在他这里抢先发挥了作用。

我在20世纪70年代中期开始学习神经科学，那时我的哲学生涯已经开始了。这种转变的动力来自这样一个认识：如果心智过程实际上就是脑过程，那么不理解脑是如何工作的，人们就不可能理解心智。我愉快地痴迷于对脑的研究，思考它是如何工作的。几乎所有与脑有关的事

情，从在神经元之间进行的微小的分子转移（molecules shifting）到整个神经系统，都令人着迷。在所有这些东西中，我是什么，就此而言，在所有这些东西中，我们是什么，这些问题让我和我先生保罗[1]好奇不已。

因为我们两个都是哲学家，所以虽然我们如饥似渴地阅读神经科学领域的大量论文，并彼此研讨，但当每一天结束的时候，盘桓在我们脑中的是哲学上的大问题。我们所追求的是这样的观念，即意识的本质、语言的使用、思想，以及感受皆可以通过理解脑而获得阐明，这一点让我们的许多哲学同事感到恼火。虽然如此，对我们来说，在神经科学的框架内提出古老而传统的哲学问题就好像爬上梯子去摘李子一样自然。生活在神经科学到来的时代让我们觉得这简直是天赐的幸运。

[1] 本书作者的先生保罗·丘奇兰德（Paul Churchland，1942—）是加利福尼亚大学圣迭戈分校荣休教授，因神经哲学和心灵哲学的研究而著称。丘奇兰德夫妇有两个孩子，皆为神经科学家。——译者注

实用的视角

比起事物的运行机制来说，神秘的魔法会让人更为舒心吗？基本不会。当神经系统出了问题的时候，无知的那些看起来的惬意就迅速地消失殆尽了。当面对着退行性疾病，比如多发性硬化或者老年性失智症，我们会发现也许一直到现在都令人舒心的神秘性就变成了对理解，也是对这些疾病可能做出的干预的不幸阻碍。尽管你也许会觉得要是世界是由魔法而不是机制制约的，你就会有更多的控制，但事实上，情况恰好相反。

伴随着对因果性的洞见而来的是一种深深的宽慰。我有一个哥哥，在他还小的时候，他的肌肉发育更显女性化，而到了青春期，他的状况也不是正常男性的样子。25岁的时候，他最终被诊断出患有克兰费尔特综合征（Klinefelter’s syndrome）[1]，也就是说，他有两条雌性性染色体，XX，还有一条雄性性染色体，Y。因此，他就有三条性染色体，XXY，而不是通常的两条性染色体。当诊断最终做出来以后，他长长地舒了一口气。最终他能够理解为什么他与众不同，为什么他在控制冲动和做出计划上表现的如此差劲，为什么他基本上没有胡须，却仍旧喜欢女孩子。起初我还有些惊讶，他没有抱怨残酷的命运。然而他非但从没有抱怨，反倒从这种生理方面的解释获得了巨大的安慰，与此相伴的是从一种恐惧中解脱出来，他一直害怕他的表现要以某种方式完全归于他的性格缺陷，而他不幸地要为这种缺陷负责。也许，最令人钦佩的是，这种安慰给了他坚定的决心去找到一种与自己的状况相和谐的生活方式，而他非凡地做到了这一点。

在过去的60多年中，我们见证了小儿麻痹症和百日咳得到控制，糖尿病和癫痫得到改善，脊柱裂和坏疽这样的疾病得到预防。在我的人生

中所见证到的这些变化实在是叹为观止的。我们村子里的钟表匠（实际上是修表匠）只有一条腿，他的一条裤腿是扎上的，而他要靠拐杖行走。有一天，我等着取回我父亲的怀表，西里尔对我说：15年前，有一次，他在山间远足的时候被一只山猫吸引，踩到了一只响尾蛇，这只蛇咬了他的腿。由于清楚必须要排出蛇毒，西里尔在腿上切了一个口子，试着把蛇毒吸出来。天气炎热，他挣扎着要找路回去治疗。在出来远足一天后，伤口感染了，在他到了村子的时候，已近染上了坏疽，一条腿被截肢了。当我的两条腿蹬着自行车回家的时候，我对抗生素就产生了由衷的敬意。

尽管在我们生活的时代，医学已经取得了非凡的进步，但到目前为止，神经系统的疾病基本上都很棘手，很少有有效的治疗方法，这一点很不同寻常。我小时候最好的伙伴罹患了多发性硬化。慢慢地，她经历了一种残酷的变化，她的肌肉，即使是那些我们认为对维系我们的自尊至关重要的肌肉活动，都丧失了作用。几乎没有什么办法来延缓这种疾病的发展进程。她是一个坚强的人，但身为一个对现实状况有着强烈敬意的护士，她知道事情接下来会怎样发展。这个疾病的病因还不明了，还没有什么实质性的治疗方法。

在我讲授逻辑学的那个班级里，有一个漂亮的女孩子，由于患有精神分裂症，她从一个欢快聪慧的人变成了一个堕入幻觉和妄想的人。她顽固地相信有一只和人一般大的兔子住在她的公寓上面，当她打算睡觉的时候，它就会说出可怕的话，还发出巨大的声响。由于神经疾病切入的恰恰就是我们的存在，所以我们迫切地需要理解它们，并想出办法来阻止它们。就像一个打碎了的笔记本电脑，当神经疾病突然袭来的时候，脑的图式就会瓦解成碎片，而人们正是借这些图示与物理和社会世界打交道的。

在20世纪，人们对神经功能紊乱的态度已经发生了巨大的变化。忧郁症（如今称为慢性抑郁症）和恐惧症曾经常常被认为是性格缺陷，如果有足够的魄力以及（按照某些观点）努力的工作就能够克服这些缺陷。而在此之前的数个世纪中，神经功能紊乱常常被归咎于超自然因素的作用。村子里（所有人）的牙医是这样向我解释经前期综合征（premenstrual syndrome）的：它是由于对未能怀孕感到悲伤造成的。至于那些患上经前期综合征但却对没有怀孕感到很是宽心的人，这个伤心就是……好吧，伤心仍旧是有的，就是还没有得到确定！（他的这个观点也许并不普遍，而且公平地说，他的确还有其他一些不同寻常的信念，他会在看牙的人嘴里塞满了工具的时候兴奋地向他们解释这些信念。作为村子里唯一的牙医，在诊所的时候，人们对他和他古怪的观点都不以为意，而到了家里，就会温和地揭穿他）。自闭症曾经被认为是由于在某些方面的“抚养冷淡”造成的。仅仅在80年以前，洗手强迫症还被广泛地认为是受压抑性欲的表现，对很多行为异常，这曾经是一个非常方便的解释。人们一度推测在训练孩子上厕所（toilet training）这件事情中的有些方面可以用来解释口吃、害羞、尿床、习惯性撒谎、失眠、手淫、抽搐，以及男孩的疯狂，这样的看法现在已经名声扫地了。

通常，当我们开始了解一个特定的问题，比如经前期综合征或极端的害羞，有一个生物学基础的时候，我们似乎的确会感到安慰，这种安慰一来是因为我们自己糟糕的性格毕竟不是造成问题的原因，二来是因为把握了因果性还为改变提供了可能的机会。如果我们很幸运，当前的科学已经发展到理解了某些因果上的细节，那么通过干预而获得改善就会出现。即使医学干预还无法获得，有时仅仅是了解了疾病的生物学本性就让我们可以围绕那些未能确定的东西下工夫。就某些问题（例如躁郁症和慢性抑郁症）来说，已经取得了比其他问题（比如精神分裂症和各种类型的失智症）更大的进步。随着这些疾病的更为复杂的细节被进

一步揭示出来，就可能找到有效的干预之策。随着有关脑和神经功能紊乱的各种原因的深刻观念缓缓地显露出来，那个令人痛苦的魔鬼附体或者是巫术的标签就被从我们这里打发走了。

本书是围绕着这样一些问题展开的，在我们思考对脑的理解意味着什么的时候，这些问题常常会让我们暂时停下脚步。给定某种回旋的余地，每一个问题都会像一个力场的中心点一样发挥作用，它会将它自身的那些材料、故事和反思所形成的特殊的一类东西引向它自己。我们对于我们的自我感、我们的控制感、我们对于道德价值的态度、意识、睡眠，以及做梦都有特殊的敏感。比起我们的脑如何管理我们的自传记忆来说，我们对于我们的脑如何控制我们的体温就没有那么敏感，尽管控制体温的确也是一项关键的功能。之所以会造成这种敏感性，部分是因为像自我控制和意识这样的功能就处在我们这个存在的核心位置。它也可以部分且合理地归功于对未知的恐惧，对改变我们的世界观和我们的自我观的恐惧。这种敏感性是因为我们对究竟什么会变化以及怎样变化还不确定造成的。

对这一系列敏感问题，我的态度是，尽管在神经系统以及它是如何工作的这方面还有许多仍是未知的，但现在确已知道的东西已经开始将我们从无知的沉闷束缚中解放出来。它使我们更能抵御胡说与错误路径的侵扰。它让我们扎根在有意义的东西，而不是徒劳的一厢情愿中。通过加强我们的日常生活与揭示事物是怎样的这种科学之间的联系，它增加了生活的意义。通过这种联系，我们生活中的和谐与平衡得以深化和增强。

我是从如下的说法开始的：我的脑，而不是灵魂，抓住了使得我之为我的那个东西的关键。这个断言获得了科学的支持——实际上不只是神经科学，还有诸多其他领域的科学。虽然如此，仍旧有一个公平的问

题：灵魂的观念真的应当被搁置起来，就好像我们已经将老鼠从尘垢中自发的产生、地心说，抑或动物灵魂这样的观念搁置起来一样吗？也许我们不但有一个脑，而且也有一个灵魂？在下一章，我要更为细致地审视灵魂这个观念兴盛的历史，以及灵魂就是赋予我们心智生活的东西这个假设是如何衰落的。

[1] 克兰费尔特综合征，由克兰费尔特等人于1942年首次做出描述，又称先天性曲细精管发育不全，是一种性染色体异常疾病，是引起原发性睾丸功能减退最常见的先天性疾病，也是最常见的原发性性腺功能减退。——译者注

第2章　灵魂的探寻

在漫长的人类历史上，没有人知道正是脑让我们行走、观看、睡觉、寻找配偶和食物。我们只是在做着这些事情——行走、观看、睡觉、寻找配偶和食物。你无须知道你有一个脑，因为脑的运转非常有效，让你周旋在这个星球上并且去找寻你的幸福。你没有必要去刺激和指挥你的脑，它会自己活跃起来并指挥你。

数亿年的演化塑造了人脑。在脑的演化中，移动身体并做出预测以便适当地指导运动的重要性是一个强大的驱动力。动物需要移动它的身体去获得生存的必需品——获得食物和水，躲避掠食者，以及寻找配偶。一个动物要成长，它的脑需要以一种合适的方式对疼痛和寒冷、口渴与性欲做出反应，而这种反应方式涉及组织身体的运动。更好的预测让脑做出更为成功的身体运动，而更为成功的运动又增加了动物生存与繁衍的机会，借此又促进了建造更好的脑的基因。要更为有效地做出这些工作并因此更成功地在这个严酷的世界上竞争，复杂的脑因应外部世界的相关方面演化出模拟身体的神经回路——它的四肢、肌肉以及内脏。[1]

首先，让我们考虑这样的脑回路，它们被组织起来产生一个脑外世界的神经模型。这种神经组织中的过程模拟事件的方式大略相当于地图上的特征模拟环境的特征。典型的地图并不模拟那些特征的所有方面——例如，代表河流的波浪线并不真是湿的，真实的河流也不只有一毫米宽且是干的。尽管如此，地图的确构成了对环境某些相关方面的一个表征。尤其是，地图的特征彼此之间与世界中的地理特征彼此之间具有相同的空间关系。这就是使一个地图成为准确可靠的模型的东西，它也使地图成为用于航海的东西。因此，在地图和在真实的世界中，河流的

源头距山脉要比距海洋更近，在流入大海以前，河流会蜿蜒向北，随着从山上奔流而下，河流会逐渐拓宽，等等。以或多或少相似的方式，卫星照相机所拍摄的地球的影像代表了地球，包括海洋与陆地的颜色的差异。那个影像并不真的是湿的或多云的，但它代表了海洋和云层。

注意：在我们对这个地图类比感到太过惬意之前，我要澄清一下它在哪里就不管用了。在我查看道路地图的时候，地图在我的手上，而我是与地图完全分开的。我手上的地图和我不是一个东西。在脑的情况中，有的仅仅是脑，并没有一个独立的我存在于我的脑之外。[2]我的脑做了它做的事情，并不存在一个分离的我在读着我的脑的地图。这种与使用道路地图的不可类比性（disanalogy）就是造成理解脑会如此困难的部分原因，尤其是因为在我的脑中有某个人正在读着脑地图的这个想法会不断地悄悄从后门溜进我的思考中。然而，讽刺的是，恰恰是在这种不可类比性的贡献下，神经科学才如此地令人兴奋。我们多多少少都理解我是怎样阅读一份道路地图的，但对我何以是聪慧的我们就没有程度相似的理解，因为我的脑为我的内部与外部的世界画出了地图，却没有一个分离的我来阅读那些地图。我想知道脑是如何绘制所有关于世界和关于我的地图的。

在适当提到这样的注意和神经科学带给人的兴奋之后，现在我们回到脑模型的观念，我们认可并不存在一个分离的人在我们的脑中阅读这些地图或使用这些模型。脑模拟外部世界的诸多方面，从而创造了信息结构，这个结构让我们可以与外部世界中的事物有效地互动。这大致意味着，凭借脑组织，在外部事件和特定的脑活动之间存在着一种关系，这种关系让脑可以与外部世界沟通以发现动物生存所必需的东西。当脑中的感官表征以一种正确的方式与运动系统相连，其结果就是成功的行为，例如自我维持。因此，动物就会做出诸如逃避捕食者、猎捕猎物或

者存储一些精液这样的事。

脑组织的“设计者”并不是人类制图师，而是生物演化。如果一个动物的脑错误地表征了它的领域，比如误将一条响尾蛇当作一根棍子[就像把第四大道弄错为斯坦顿溪（Stanton’s Creek）]，或者如果绘制地图的功能没有指导运动系统产生适当的行为，比如在应该逃跑的时候，它反而迎向捕食者，那么动物大概会在它有机会繁衍之前就死于非命。

假设你听到了乌鸦的叫声。尽管听觉系统神经元的活动实际上与声波并不相像，那些活动还是对准了你习得的地图中的正确位置，这个地图是一幅关于世界中典型声音，例如乌鸦的叫声的地图。由汽笛声、叫喊声或者重击声所制造的声波在物理模式上的各种差异，被作为你内部神经地图中的位置上的差异，在你的神经模式中表征。[3]

当我们审视不同物种的脑的特殊化时，我们会明显地看到脑已经演化出按照它们的感觉与运动系统以及它们的演化来绘制它们的世界的地图。更准确地说，我们看到了脑装置与身体装置的共同演化（coevolution）。蝙蝠的脑皮层中有一个格外大的区域，这个区域专门用来处理听觉信号，因为蝙蝠使用一个类似声呐的系统在晚上来寻找、识别和捕捉物体。而倾向于在夜晚睡觉的猴子和人则有一个格外大的皮层区负责处理视觉信号。

就其身体大小来说，老鼠有一个巨大的体感皮层，其中的大部分是专门用来绘制胡须的活动。这是由于这样一个事实：老鼠的许多活动是在黑暗中进行的，在这种情况下，视觉没有什么用处，但嗅觉和触觉却是弥足珍贵的。老鼠和其他啮齿类动物用它们的胡须（鼻毛）探知洞和裂缝的大小，触碰物体，在环境中指引方向。它们的胡须每秒钟有节奏地前后扫动5～25次[被称为拂动（whisking）]，而脑要随时整合信号以

便老鼠能够识别物体。[4]老鼠胡须的活动就相当于我们通过在场景中多次移动眼睛来扫描环境时所做的事情。人用眼睛而不是胡须和世界相沟通，他们的眼睛每秒会做出三次扫视运动。很自然，我很好奇通过拂动而不是视觉扫描来识别另一个人会是什么样子。一个阅读盲文的天生盲人对于这种拂动是怎样的一种状况或许有着极鲜明的认识。[5]

我要强调动物的脑为它们的世界绘制地图，因为脑不会将这个世界上发生的每一件事情作为一个整体绘制出它们的地图。脑会为这样的一些东西绘制地图，这些东西与动物如何谋生有关。因此，脑模式既要归功于动物的感觉和运动装置，也要归功于它的需要、欲望与认知类型。这样一来，有些鸟具有对地球磁场敏感的系统，引导它们在夜晚迁徙；有一些鱼类，例如鲨鱼，具有探测电场的接收器，让它们能够回避电鳗——电鳗会释放电流击晕并杀死它们的猎物。人脑并不绘制磁场与电场。然而，很幸运的，我们有其他的方式，主要就是视觉的方式，来绘制我们的空间世界。而且，我们的灵活的、解决问题的脑最终发明了一个装置——指南针；通过磁针与地球磁场的因果联系以及我们绘制的指南针的指针与北方之间的关系，指南针可以给我们提供地球磁场的信息。

而且，不同物种的脑对地图的分辨率——呈现细节的程度——也是不同的。[6]在此我的意思是，我可以在餐巾纸上为你草绘一张粗糙的育空河地图，或者你可以买一张细节突出的河流及其周边地方的地图。以一种大致可比的方式，相对简单的脑就有相对粗糙的地图；更加复杂的脑会在更大的分辨率上绘制环境的地图。

比如，蝙蝠对听觉环境就有非常高分辨率的地图，因为，就像我们前面所提到的，蝙蝠使用回声定位（声呐）系统探测和识别物体。（许多盲人运用相似的策略与环境沟通，他们通过用舌头敲击上颚发出声

音）还要注意，育空河的商业地图也可能包含着对海拔的表征，这是一个相当抽象的特征，而这个地图实际上并没有小山与山谷。脑也是一样，它能够绘制具有抽象特征，但却并没有神经元峰谷的地图。重要的是，脑能够绘制抽象的因果地图。在这些关系中，有简单的因果关系，例如在溪流飞溅的水花与鲑鱼的腾跃之间；也有更复杂的因果关系，例如月相与潮汐的涨落之间；或者肉眼看不到的东西，例如病毒与像天花这样的疾病之间。后面这种因果知识要求有文化环境，这种环境会一层一层的积聚因果知识，这些知识通过经验获得，又通过代际传递。

脑也能够绘制复杂的社会行为的地图，就像下面这个觅食的乌鸦的例子。乌鸦观察到一只哈士奇犬会在晚餐的时候得到食物。一天，乌鸦在哈士奇犬开始吃的时候接近它。乌鸦悄悄地飞到哈士奇犬的后面，猛扯它的尾巴。狗转过头来，乌鸦就飞开了，低低地逗弄着狗，又始终规避着危险，一直飞出院子，又沿着街道飞着。狗兴奋地追着。追了几分钟，聪明的乌鸦就掉头飞到了食盘那里开始吃了起来。[7]这个行为强烈地表明乌鸦预测它扯狗的尾巴和低飞的行为会让狗去追它。狗就这样被从它的食物那里引诱开了。

脑回路也支持内部世界的神经模式。它会绘制肌肉、皮肤和内脏等的地图。通过这种方式，你就会知道你的四肢的位置，是否有脏东西在你的鼻子上，或者你是否要呕吐。我们是如此习惯于我们脑的流畅运作，以致我们想当然地以为知道我们的腿在哪里这一点实在是简单明白的，即使从脑的观点看去也是如此。事情并非如此，情况完全不是这样。有时候，由于受伤或疾病，绘制地图的功能会受到破坏。这时脑绘图的复杂性就会显露出来，我们现在就来看一看。

做完家务之后最惬意的时光就是在山丘上的乡间小路骑自行车。我们可以骑出去数英里[8]也见不到一个人。路是泥土路，如果你的车子撞

上了一块碎石，你可能会失去控制。我的朋友克里斯汀和我艰难地登到山顶上，然后又快速地从山上俯冲下来，一直到小溪的桥上。我俩的速度很快。我冲进了小溪里，裸露的腿上蹭掉了一大块皮，而克里斯汀则撞到了头。

我那时才12岁，还从未见过严重脑震荡的症状，但几分钟以后，除了右耳上方鸡蛋大小的肿块之外，还能明显看出克里斯汀的头出了什么问题。她不知道自己在哪里，或者怎么到了那里。坐在小溪边上，她直愣愣地盯着她的腿，问它是谁的。大约每隔30秒，她就会问相同的问题。她怎么会不知道腿是她自己的呢？它还可能是谁的呢？我最后问她。她回答说，“也许是一个流浪汉的”。就这个地区流浪汉时常光顾来说，这个回答也算说得过去。不用说，我不能再让她骑车回家了，也不能抛下她去寻找帮助。

事情的结局还好，因为在这件倒霉的事情发生之后大约一个小时，一辆伐木车在路上轰隆隆地开了过来。我示意司机停下来，然后我们把自行车放到了被伐的松木里，带着她回家了。就像医生当初很平静地预计的那样，休息了几天以后，克里斯汀恢复了过来。她知道腿是她的，当她得知有一段时间她不知道这一点时，她惊呆了。基本上，对于整个事情她什么都不记得了。

后来，我才知道右侧脑顶叶皮层受到损伤的人会相信他们左侧的肢体，例如胳膊，并不是他们的，这种疾病被称为躯体妄想痴呆（somatoparaphrenia）。与此常伴随的是这些肢体丧失了运动能力，而且自身也丧失了对这些肢体的感受。此外就是头脑不清醒。对于他们受到影响的肢体，这些病人的说法很怪异。例如，一个胳膊麻痹的病人说她实际上能够移动她的胳膊。当要求她指着自己的鼻子但她却做不到的时候，她还坚持认为她实际上指了她的鼻子。[9]而另一个病人则说她

的左胳膊是她兄弟的。

神经科学家加布里拉·柏提妮（Gabriella Bottini）及其同事在2002年报道了一个非同寻常的病例，一个女子右半脑中风，左臂非常典型地不能动弹了。中风的一个结果是她坚定地相信她的左臂是她的外甥女的。她似乎意识不到对那只胳膊的触碰，在这种病例中这样的情况并不鲜见。然而，再一次对病情的评估中，医生向她解释说，他将首先触碰她的右手，然后是左手，再然后是她外甥女的手（其实医生在这时实际上触碰的是她的左手）。医生这样做并要求她报告她每次的感觉。她感到了右手上的触碰，对左手却什么也感觉不到，但令人惊讶的是当医生触碰那只她相信是她“外甥女的手”时，她的确感到了左手上的触碰。[10]这个病人也认为她感觉到了她外甥女手被触摸这一点很古怪，但这种怪异并未特别地令她为难。

我思考躯体妄想痴呆幻觉是因为这样的幻觉的确触动了我们关于身体知识的最为强烈的直觉，它们提醒我们直觉仅仅是直觉。它们并不总是可靠的，而且也并不是真理的保证。知道你的腿是你的或者你腿上的感受是你的感受似乎是确然无疑的。由于这样的知识往往并非是你有意识去筹划的东西，像维特根斯坦这样的哲学家就被触动去假设人们在这是谁的腿这个问题上永远不可能犯错。这样的错误并不只是不正常或不寻常的，而是断然不可能的。问题是他听从的仅仅是他的直觉，这个直觉似乎让人深信不疑。他并没有从科学的材料中获知什么是可能的，什么是不可能的。

通常，关于你的腿或你的胳膊，你并不会出错。但要让你知道你看到的腿实际上是你的腿以及你腿上的感受是你的感受，你的脑就必须在意识的层次之下以一种恰好正确的方式运作。脑损伤，尤其是右半脑顶叶区域的损伤，造成了这个过程的中断，这个中断意味着我们有时是出

了错的。[11]在床上的手并不是患者的外甥女的，无论病人的这个直觉是多么的强烈。

脑除了模拟它所栖息的身体的活动，它的某些部分也会记录其他部分的脑在干什么。也就是说，某些神经回路会模拟和监控脑的其他部分的活动。例如，当你学习一项技能的时候，比如学骑自行车，皮层下结构（基底神经节）就会让你当前目标的副本与来自皮层的当前运动指令的副本保持一道。根据你的目标，当你要做出一个恰当的运动，基底神经节就会释放神经递质多巴胺，这实际上是在说“抓住它”。释放多巴胺的结果就是脑的各个部分之间的连接发生变化，以使得支持这一系列正确运动的脑回路得以固定。下一次，当你再骑车的时候，那些运动——恰当的运动——将更有可能通过你的运动皮层产生。如果基底神经节不能获得当前目标的副本或未能获得运动信号的副本，抑或信号传递的精确时间被搞乱了，那么脑就不能学习。这是因为它无法知晓在指令下的许多运动中哪一个运动是胜出的那个运动，也就是引起了恰当运动的那个运动。[12]

下面是脑监控脑的另一个例子，这种监控实际上改变了我们的视知觉。想象一下，你突然听到砰的一声，你转过身去看声音是从哪里传来的。声音是一个罐子从架子上掉下来发出的。在对这个声音做出回应的过程中，运动皮层中的神经元做出了决定要把头转向声音传来的方向。在你转头的时候，光以各种模式散布在你的视网膜上。除此之外，头部运动信号的一个副本会去到脑的其他区域，包括你的视觉皮层。这个运动信号的副本（输出副本）是非常有用的，因为它会告诉你的脑是你的头而不是世界上的其他东西在运动。没有这样一个输出副本，你的视觉系统就会将你视网膜上变换的模式表征成为由于事物在那里运动。如此一来，混淆就不可收拾了。

能够提供输出副本的这种组织是非常聪明的，因为它意味着当你移动你的头或你的眼睛或你的整个身体的时候，你不会在视网膜上变换的模式是如何造成的这个问题上被误导。我猜想，这是一种很重要的数据来源，脑通过使用这种数据来源产生了我与非我相对的复杂感觉。当你移动你的头时，极有可能你在视觉上甚至都没有觉知光的各种移动模式。就觉知那些移动模式来说，你的脑是极其擅长轻描淡写的，因为就解释外部世界而言，那些视网膜的运动是无关紧要的。

有时，你的脑也会被欺骗。假设你在红灯时停下车，你旁边的车非常意外地向后倒。你眼睛的余光看到了这个车的运动。一开始你很容易以为你在朝前走，在这种情形下，这是最可能的一种情况。然而，随着更多的信息输入，脑会做出校正。太奇怪了，旁边那辆车在向后倒。这些事和灵魂有什么关系吗？一点关系都没有。是脑的生物学，极有效率的生物学，在进行着它的出色工作，当然，这项工作也不是完美无瑕的。

这个输出副本让我的一个神经科学家朋友着迷，他想知道如果他（通过药物注射暂时地）麻痹了他的眼部肌肉，然后又有一个意图，“眼睛，向右看”，在这种情况下，他的视觉经验会是怎样的。在这种情况下，移动眼睛这个意图的一个副本会被传输至视觉系统，而这个系统并不清楚眼睛肌肉已经被麻痹了。许多年前，他在自己身上做了这个实验。从这个实验，他得到了怎样的经验呢？[13]

他的视觉经验是整个世界跳到了右边。从根本上说，脑是基于如下假设解释来自视网膜的视觉输入的，即眼动实际上发生了，因为，“眼睛，向右看”这个意图毕竟已经形成了。既然视觉输入并没有改变，脑就会得出世界必定已经运动了的结论。聪明的脑，做出了一个合理的猜测。

这是一个英勇的，而且也相当危险的实验，这项实验从未公开，因为它当然要暗地里进行。而且，这个实验的实验者就是被试，而且是唯一的被试。当我在思考下面这一点的时候，这个实验的确抓住了我的想象，这就是当一个人抑制眼部的运动时，这种抑制对视知觉本身——一个人实际看到了什么——所造成的显著的影响。脑明显依赖着做出眼部运动的意图与眼部运动的实际发生之间的紧密结合。实验所造成的麻痹中断了这个结合，这影响了组织去区分我的运动与外部的运动。

对输出副本的反思让我重新领会了，对脑来说，一项基本的工作就是区分我世界（me world）与非我世界（not-me world）。输出副本大概仅仅是造成我与非我的区别的诸多戏法中的一个，尽管是重要的一个。

回到表征与地图这个主题，注意，当脑的某个部分向另一个部分报告它的状态时，这些报告是作为感受、思想、觉知，或者情绪被你经验到的。你并不是根据神经元、突触，以及神经递质来经验它们。同样的，当我想着明天去钓鱼的时候，我并没有直接将想的过程作为脑活动来觉知。我觉知的是视觉和运动的图像，也许还伴随着心里的独白。就有点像如下这个样子：我想象自己在一条溪流边，钓鱼用的诱饵装在罐子里，斑点鳟鱼在清凉的暗影里游弋。这些并不是作为脑的活动被我觉知的。我觉知的只是在做出一个计划。我没有必要告诉我的脑要怎样去做这些事情。脑的任务就是去做它们。当我觉得饿，我并没有觉知到是我的脑造成了那种感受；当我觉得困，我只是觉得困。然而，这时我的脑干正在忙着让我昏昏欲睡。除了其他各种因素以外，感到困的时候，脑干正在降低神经调节素（neuromodulators）的水平，尤其是去甲肾上腺素和血清素。

为什么脑不让“它正在做这些事情”这一点看起来一目了然呢？“嗨，

顺便说一下，在你脑袋里的是我，我就是让你维持平衡和咀嚼食物的家伙，你睡着了，抑或跌入爱河都是我的功劳”。脑进行演化的古老环境根本就不会选择能够如此这般揭示它们自身的脑。同样的道理，我们当前的环境也不会选择会显示它们的存在及其工作方式的肾脏和肝脏。它们只是以它们进化出来的方式在运作。

相比之下，脑能够绘制并记住周围环境的空间布局以及食物来源的动物会有很大的收益。因此，许多动物都拥有极其擅长空间学习的系统。它们知道家在哪里、食物藏在哪里、捕食者潜伏在哪里。如果你吃水果，拥有颜色视觉就很有好处，因为这样你就能够分辨成熟与不成熟的水果。如果你是一个在夜晚捕食老鼠的猫头鹰，具有灵敏的声音定位就很有好处。如果你是一个社会性哺乳动物或鸟类，那么在预测其他成员的行为时，根据它们的目标和感受来估计它们的行为就是很有好处的。

由于脑拥有的这些模式本身并不解释根本的脑机制的本性，要去理解脑就是极其困难的事。当我第一次双手捧着一个人脑的时候，我喃喃地对自己说：“这真的就是使我是我的那个东西吗？那怎么可能呢？”

[1] 在I of the Vortex（Cambridge，MA：MIT Press，2001）一书中，Rodolfo Llinas对此有很好的解释。

[2] 在Consciousness Explained（Boston：Little，Brown，1992）一书中，Daniel Dennett也强调了这一点。

[3] 对这个假设更为详尽的解释，请参见Paul Churchland，Plato’s Camera（Cambridge，MA：MIT Press，2012）。

[4] M.J.Hartmann,“A Night in the Life of a Rat:Vibrissal Mechanics and Tactile Exploration,”Annals of the New York Academy of Sciences 1225（2011）:110–18.在Kelly Lambert，The Lab Rat

Chronicles（New York：Perigee，2011）一书中，对老鼠出色的能力进行了有趣的讨论。

[5] 实际上，在蒙住双眼的被试的食指上粘上30厘米长的“头发”，被试能够很快地学会操作空间任务，但是被试并没有报道这种经验的品质。See A.Saig,G.Gordon,E.Assa,A.Arieli,and E.Ahissar,“Motor-Sensory Confluence in Tactile Perception,”Journal of Neuroscience 32,no.40（2012）:14022–32.doi:10.1523/JNEUROSCI.2432-12.2012.

[6] See L.Krubitzer,K.L.Campi,and D.F.Cooke,“All Rodents Are Not the Same:A Modern Synthesis of Cortical Organization,”Brain,Behavior and Evolution 78,no.1（2011）:51–93.

[7] 对在这里提到的乌鸦的行为，以及许多其他关于乌鸦和渡鸦行为的令人惊叹的记述，请参看J.Marzluff and T.Angell，Gifts of the Crow（New York：Simon and Schuster，2012）.

[8] 1英里＝1609.344米。

[9] See V.S.Ramachandran and S.Blakeslee,Phantoms in the Brain（New York:HarperCollins,1999）.

[10] G.Bottini,E.Bisiach,R.Sterzi,and G.Vallar,“Feeling Touches in Someone Else’s Hand,”NeuroReport 13,no.2（2002）:249–52.

[11] See the excellent discussion of the Bottini case in T.Lane and C.Liang,“Mental Ownership and Higher-Order Thought,”Analysis 70,no.3（2010）:496–501.

[12] P.Redgrave,N.Vautrelle,and J.N.Reynolds,“Functional Proper-ties of the Basal Ganglia’s Re-entrant Loop Architecture:Selection and Reinforcement,”Neuroscience 198（2011）:138–51.

[13] 我不想说出他的名字，因为这次实验是人们会在博士后研究期间所冒的险之一，如果说出来，会让他现在陷入窘境。在他告诉我关于这次

实验的时候，我俩都为之动容。

身体与灵魂

人们并不清楚人类究竟是在什么时候开始认识到脑作为思考与行为的基质所具有的重要性。的确，并不存在一个古代的日期，就在那时这个事实得到确立并在此后被广泛相信。相比较而言，钢的发现，也就是将碳加入熔化的铁水会使其变得异常坚硬，在古代是有案可查的。虽说如此，在史前时代，当人们观察到由于战争和事故所导致的严重脑损伤带来的可怕影响时，他们必定会大体上理解保护脑不要受到严重攻击的重要性。

人们都知道伟大的古希腊医生希波克拉底（Hippocrates，前460—前377）考虑了这样的情况，并认为脑是我们所有的思想、感受和观念的基础。在如此古远的年代他究竟是如何获得了这样开创性的见解还未可知。作为一个医生，他必定在死于中风的人身上做过解剖，而且他也许还见到过头部局部受伤的士兵，这些伤与特定功能（例如视觉或言语功能）的丧失有关。或许他还见到过造成婴儿严重残疾的难产。和其他古希腊思想家一样，希波克拉底是一个自然主义者（naturalist），而不是一个超自然主义者。他在自然界中寻找事物如何运转的解释。他认为精神、诸神和来世的东西对于寻求解释这件事来说毫无生命力。相反，柏拉图（前428—前348年）则有神秘主义的嗜好。他认为我们每个人都禀赋有灵魂，它们在我们出生前就存在，在我们活着的时候寄居在身体里，在身体死后又离开，快乐地安居在灵魂之地，而灵魂也包含着所有的绝对真理。这有点像是相信显示在你电脑屏幕停靠栏（dock）中的回收站（trash can）在你的电脑报废以后还继续存在——它去了一个虚拟实在的回收站空间。至少在西方的传统中，柏拉图的沉思开启了非物质灵魂——存在的二元论——的观念。印度的哲学家甚至比他还早就已经

获得了类似的结论。

按照柏拉图的心灵理论，知性（understanding）和理性是由灵魂的材质负责的，而运动、知觉的基础等则是物质的材质——身体——负责的。在柏拉图看来，真正的知识是经由反思达到的，是一点一滴获得的，尽管在灵魂高贵的尝试——回忆起它在灵魂之地就已经知道的绝对真理——中，物质的身体会做出令人遗憾的干扰。

亚里士多德（前384—前322年）尽管是柏拉图门生中的翘楚，但他的思想却更为坚定地扎根在物质世界中。就像希波克拉底一样，亚里士多德青睐自然主义。他主要诉诸物质的组织来解释事物是怎样运作的。作为一个医生的儿子，亚里士多德习惯于在医学的框架中思考身体和心灵。虽说亚里士多德的有关心理状态的观念复杂并容易受到解释的影响，但他明确地认为所有情绪状态（愤怒、恐惧、快乐、遗憾、爱、狠）实际上都是身体的状态。在理智（intellect）——例如当它从事数学时——是否也是身体的功能这一点上他没有那么明确。在此我们只需要明了如下之点就够了：亚里士多德有关生物体的思想是精微的，他对人类理性的复杂性也很敏感。就像他谦逊地的说的，“把握与灵魂有关的可信的东西是彻头彻尾的最为困难的事情”。[1]

从神秘主义者柏拉图和自然主义者亚里士多德延伸出了两个西方的传统：二元论（灵魂材质与脑材质）和自然主义（只有脑材质）。在亚里士多德之后大约300年，基督教时代开始了。在基督教时代的早期，一个显著的观点是在基督徒死后，身体会复活，并且这个物质的身体会超升到一个月亮之上的区域。这并不需要柏拉图式的灵魂的观念，所要求的仅仅是身体。

毫不奇怪，关于允诺的复活与来世的生活会产生许多问题。人们想

知道他们的身体会复活到他们的什么年龄（壮年时期、儿童时期，或者暮年？），一个截去很久的肢体是否会重新长上，伤口是会愈合还是会继续溃烂，复活后的丈夫会是第二任还是第一任丈夫（或者复活的人是否还会有配偶），等等。永恒实在是太漫长了，要远超过一生的时间，所以这些问题可不是琐碎无聊抑或纯粹学究的问题。

很明显，在身体复活的观念中有不协调的地方，因为身体在死后分解是众所周知的。使复活与人的身体的腐朽相协调的一种方式是证明在天堂，基督会将我们会腐朽的身体转变为精神的、不会消逝的身体。[2]这多少借用了柏拉图的观念：在死后灵魂会回到灵魂之地，但与此同时，它也必定反映了基督徒的信念：当耶稣的身体超升入天堂，他改变了一切。更好的身体——荣耀的身体——是对信耶稣的神圣恩赐。精神性身体（spiritual body）的观念似乎有点像方的圆这样的观念，而这个观念究竟如何起作用的细节也自然是含糊不清的。

很久以后，在17世纪，勒内·笛卡尔（1596—1650）为心智的本性殚精竭虑。[3]他知道脑是重要的，但他相信脑的作用本质上被限制在两个功能：①执行灵魂命令的运动；②对外部刺激做出反应，例如对皮肤的触摸或者进入眼睛的光线。他支持柏拉图的灵魂观念，将其作为关键来解释人怎么能运用语言，怎么能基于理由做出选择，在他看来，这些成就绝不是任何物理机制能够做到的。笛卡尔的想象为何会受到如此限制？要知道笛卡尔生活在17世纪，那时他所熟悉的最时髦的物理机械主要就是钟表和喷泉。尽管这些装置会让人印象深刻，但它们完全没有任何新奇之处。与此相比，人的心智却展现了令人印象深刻的新奇之处，尤其是语言。要是笛卡尔也有机会使用我的MacBook Pro[4]，他的想象也许会伸展到更远的地方。

无论如何，笛卡尔的结论是所有心智功能——感知、思考、希望、

决定、做梦、感受——都是非物质的灵魂而不是脑的产物。那么，他认为在脑与灵魂之间的信息传送在哪里进行呢？在松果腺，非常凑巧，松果腺恰好位于脑袋的中央。人们已经知道，松果腺的主要功能是制造褪黑激素，褪黑激素会调节睡眠与觉醒的功能，在身体与灵魂之间传送信息毕竟不是它的任务。笛卡尔并不是因为脑子糊涂才犯了这样的错误，相反，他聪明绝顶，尤其是在几何学方面。他之所以出错是因为在他生活的年代对脑的了解实在少得可怜。

及至19世纪，有一些科学家，但主要是赫尔曼·冯·赫姆霍茨（Hermann von Helmholtz），认识到，就解释诸如知觉、思考，以及感受这样的心智功能来说，诉诸灵魂、特别的能量、超自然的力量和其他非物理的事物可能是一条死胡同。赫姆霍茨慧眼如炬，提出脑的许多运作并不伴随着有意识的觉知。他是在思考如下事实的时候，得到这个假设的，这个事实就是，当你环顾四周，你能够在不到半秒（500毫秒）就看到并估算出复杂视觉场景的大小，所有这些都没有任何有意识的思考。估算一个场景的大小是一件非常复杂的事情，因为刺激你视网膜的东西只有光的不同模式而已。然而你看到了颜色、形状、运动、在空间中的相对位置，并且你立即就辨认出熟悉的面孔和其他对象。所以问题就是，从光的模式到“嗨，那是伊丽莎白女王”这样一个过程，脑是任何做到的？

赫姆霍茨的想法是，在你看到并识别出一个熟悉面孔的时候，脑已经进行了大量的无意识过程，而且进行得异常迅速，惊人的精准。对于这个过程的精确性质他并不了解，因为在那时对神经元的功能还几乎一无所知。然而这种过程以并行路径在意识层次之下出现了却是千真万确的。（在当前的语境中，我互换使用非意识的（nonconscious）和无意识的（unconscious）。在第8章，会更详尽地讨论非意识的脑功能的范

围）

因此，赫姆霍茨正确地认识到脑必定进行了大量的非意识过程，要理解这样的过程，注意有意识活动是不够的。而且，如果意识过程和非意识过程是相互依赖的，仅仅通过意识活动来识别非物理的灵魂就不靠谱了，这就好像把一个人的鼻子看作他的整个身体一样。

到了20世纪中叶，当时的风气（steam）已经基本上摆脱了将二元论作为对思想、知觉和决定的解释。与其说单有一个实验就决定性地表明脑做出了心智的工作，比如看和决定，还不如说由于证据的不断累积，这些证据来自对神经系统研究的每个层面，从神经化学一直到整个系统，它们一起使得幽灵般的灵魂观念黯然失色。对于科学来说，这通常都是很典型的，一种根基深厚的范式几乎不会在一夜之间就发生转变，而是随着证据的积累以及心智在权衡证据中缓慢地重塑自身，不知不觉地，一点点地发生转变。然而，在特定的宗教氛围中，某种模糊的二元论仍旧很吃香。

证据的确是从诸多不同的方向积累起来的。例如脑的物理变化会造成据认为是灵魂的功能的变化，例如意识、思想和推理。吸入麻药，比如乙醚，会导致人们失去意识；注射像三甲氧苯乙胺（mascaline）或佩奥特碱（peyote）[5]会导致人们经历鲜活的幻觉。神经学家报道了与特定脑区损伤有关的非常特定的功能丧失。如果中风发生在皮层非常特定的区域（梭形皮层），那么遭受中风的人就可能丧失识别熟悉的面孔的能力；而如果中风发生在一个稍微不同的区域，那就会导致遭受中风的人丧失理解话语的能力。而如果中风破坏了额头后面的前额叶皮层，就会造成社会抑制能力的丧失。所有这些现象似乎都指向了神经系统，而不是非物质的幽灵般的东西。

在仍旧死忠的二元论者那里，20世纪60年代的一项发现尤其引起了骚动。20世纪60年代，罗杰·斯佩里（Roger Sperry）和他加州理工学院的同事研究了这样一些癫痫病人，为了控制导致这些病人虚弱的癫痫惊厥，作为最后的手段，这些病人的两个脑区之间的连接被通过外科手术分开了。这些被研究的病人就是我们知道的裂脑患者。细致的实验表明在连接两个脑区的神经束被外科手术切断以后，患者的两个脑半区在认知上多少是独立的。更低的脑结构，比如丘脑和脑干中的脑结构，并没有被分开，因此在这里用了一个限定的表达“多少是独立的”。

在裂脑被试那里，每一个脑半区都可以独立地感觉到专门传输给它的刺激。例如，如果在被试的左手放钥匙，右手放戒指，然后要求被试用他的两只手指着他在每只手上感到的东西的图画，被试的左手会指着钥匙的图画，而右手会指着戒指的图画。[6]裂脑被试甚至可以用两只手做出相反的运动——左手拿起电话，而右手要放下电话。或者，例如将一个视觉刺激只呈现给一个脑半区，另一个脑半区对此却一无所知。这是一个令人惊骇的结论。裂脑也分裂灵魂吗？灵魂应该是不可分的，就像一个核桃是没有分开的一样。但是裂脑实验的结果却让所有人都看到：如果脑的两个半区被分开，心智状态也就被分开了。对于心智状态实际上是物理的脑本身的状态，而不是非物理的灵魂的状态这个假设，裂脑实验的那些结果是一个强有力的支持。[7]

笛卡尔的灵魂概念与物理学的关系也并不融洽。它所面对的问题是：如果非物理的灵魂造成了物理事物中的变化，或者相反，那就打破了能量守恒规律。麻烦在于，至少到目前为止，这个规律似乎囊括了所有的情况。但是，也许——仅仅是也许——这种打破也会发生。但是要怎样发生呢？即使极其笼统，也要回答是怎样发生的。能量怎么可能从完全非物理的事物传递到物理事物？灵魂是从哪里得到它的神力来达到

这个效果？灵魂拥有什么类型的能量？这种能量可测量吗？如果不能，为什么？非常有趣，笛卡尔完全清楚那个问题，而且从来没有指望会解决它。

一旦你慢下来，仔细思考非物理的灵魂实际上可能是何种事物，不太妙的事实就开始敲打非物理的灵魂这个观念的可靠性。例如，不妨考虑一下在我的牙医“冷冻”我智齿中的神经，而我的“灵魂”不再在那颗牙齿上感到疼痛的时候都发生了什么。对于我为什么不再感到疼痛，神经科学家有一个扎实的解释。将普鲁卡因[8]（商品名称是奴佛卡因）注射到智齿的神经元附近，这会关闭神经元做出反应的能力。结果不再会有来自神经元的疼痛信号传送给脑。而且，我们完全清楚普鲁卡因是怎样做到这一点的。一个神经元要活跃起来，钾离子首先要被泵出细胞，然后当神经元受到一个刺激，钾离子通道会打开，钾离子会回流进神经元。普鲁卡因暂时阻断了离子通道，因此就阻止了神经元传递信息。随着时间的流逝，普鲁卡因的药力减退，它所造成的这个效果也就消失了。神经元做出反应的能力恢复了，疼痛感又再次降临。

对普鲁卡因是如何阻断神经信号的传递这个问题也有一个令人满意的解释，因为这个解释给出了普鲁卡因发挥作用的机制的细节，很容易对这个机制进行检测，而且这个细节与我们通过实验了解到的疼痛与神经元的其他方面相吻合。这种与知识空间的其余部分相吻合的特征被称为融贯性（consilience）：融贯性越大，现象与事实的一致和整合的程度就越高。然而，要注意，这种融贯性并不保证解释是正确的，因为有可能你的理论完全错误，但构成理论的点滴与片段之间恰好是一致的。

在牛顿那里就发生了这样的事。牛顿认为空间是绝对的，像是一个空的容器，而且在每一处都是相同的。这个理论得到大量证据的佐证。然而，爱因斯坦猜想牛顿绝对空间的假设也许是错误的，质量也许会使

空间弯曲。当爱因斯坦的预测受到检验并被证明是正确的时候，牛顿的理论就必须被抛弃，尽管它已经作为确然无疑的东西屹立了大约300年。空间并不是处处相同的，大引力物体，例如太阳，会改变空间的几何性质，这是可以测量到的。最终，爱因斯坦的理论要比牛顿的理论具有更大的解释力，也与不断发展的物理学更加融贯。

再回到我的智齿。对于普鲁卡因为什么阻断了疼痛，二元论者的回答能够匹配神经科学所提供的这种解释融贯性吗？还差得远呢。好吧，二元论者会说，普鲁卡因也作用于灵魂。但即使是非常笼统地说，这种作用是怎样进行的呢？它对灵魂做了什么——尤其是如果普鲁卡因是物理的东西而灵魂完全不是物理的东西？对于普鲁卡因的作用机制，二元论者的回答根本什么也没有说。不妨对比一下根据神经元做出的解释，这个解释完全是关于作用机制的。

原则上说，二元论者也能够基于实验炮制出一个细致的灵魂理论，他们也能够发现灵魂是如何工作的以及灵魂的属性是什么。他们的假设也能够被检验，实验也能够进行。原则上说，还可能有关于灵魂的自然科学，它会解释为什么当身体吸入乙醚时灵魂会失去意识，或者为什么当身体摄入致幻剂灵魂会产生幻觉。然而，实际上并没有灵魂的科学。且不说与身体之间做出的并不牢靠的对比（例如“灵魂不是物理的”，“灵魂没有质量或负荷”，“灵魂没有温度”），自从笛卡尔开始，这个假设在350年中就没有任何进展。奇怪的是二元论者，即使是笃信的二元论者，甚至都没有打算发展一个灵魂的科学，就好像对每一个它，只要说“灵魂做了它”就是一个足够的解释一样。其实，这是远远不够的。

我们不能保证未来就不会有一个独特的灵魂科学繁盛起来，但照目前来说，脑科学似乎已经胜出了灵魂科学。这暗示灵魂科学已经穷途末路了，因为并不存在灵魂。如果你要下一个关乎身家性命的赌注，你会

把赌注压在那一个假设上呢？

[1] The Works of Aristotle,Vol III,translated by W.D.Ross（Oxford:Clarendon Press,1931）.De Anima I 1402a10-11.

[2] Catholic Encyclopedia,General Resurrection.Go to http://www.newadvent.org/cathen/12792a.htm.

[3] 我没有提及一个卓越的思想家，托马斯·阿奎那。亚里士多德对他有巨大的影响，但他仍旧必须在他的神学中处理基督教对身体复活的信念。这绝非易事。

[4] 苹果公司出品的笔记本电脑品牌。——译者注

[5] Peyote是仙人掌的一种，此处的佩奥特碱指的是从这种植物中提取的具有致幻作用的物质。——译者注

[6] For a video of the split-brain patient Joe,go to http://www.youtube.com/watch?v＝ZMLzP1VCANo.

[7] M.S.Gazzaniga and J.E.LeDoux,The Integrated Mind（New York:Plenum Press,1978）.

[8] 一种局部麻醉剂。——译者注

为什么搞清楚脑的工作方式如此困难

脑并不是一个在实验上容易对付的器官。一方面，它不像我们所熟悉的任何东西——它不是一个泵（像心脏那样），也不是一个过滤器（像肾脏那样）。神经元（在脑和脊髓中负责传递信息的细胞）非常微小，肉眼是看不到的。神经束，比如构成坐骨神经的那些神经束，是可以看到的，但这些神经束是由成千上万个神经元构成的。在大脑皮层中，一立方毫米的脑组织包含着数以万计的神经元，10亿计的连接点（突触），这些连接加起来的长度大约有4000米。

没有光学显微镜，无法看到作为单个细胞的神经元，[1]而光学显微镜直到大约1650年才开始在研究中广泛使用。即使在那时，也必须要寻找专门的化学染色剂，以便单个的微小的神经元能够从紧密包裹在一起的数以百万计的微小神经元中凸现出来。只有如此才能看见神经元的基本结构——接受信息的输入端和传递信息的长长的连接线。分离出活的神经元来研究它们的功能的那些技术直到完全进入20世纪以后才出现。

在脑如何工作这个问题上取得进展依赖于对电的理解。这是因为脑细胞的特殊之处在于它们彼此传送信号的能力，而这个能力是由它们电状态的迅速但却微小的变化造成的。所以，如果你对电一无所知，而你又想要知道神经元怎么传送信号以及信号是什么的时候，你就会丈二和尚摸不着头脑。你也许会想，神经元是通过魔力在沟通。在很长一段时间，人们都摸不着头脑，即使在人们已经知晓了神经元的基本结构以后也是如此。

多亏了路易·伽伐尼（Luigi Galvani），他在1762年观察到电火花会造成青蛙分离的肌肉发生痉挛，由此，电对于神经和肌肉的功能也许是

非常重要的这个想法就提上了研究日程。但电是怎样做到这一点的呢？伽伐尼自己完全不理解这之间的关联，这主要是因为在那个时代对电的了解还非常贫乏。他猜测存在着一种特殊的电生物液体，这种液体被携带到神经和肌肉。直到20世纪上半叶，研究才发现神经元的信息传递依赖于离子（带电原子）突然间地跨神经元膜的进出运动。在1952年，两位英国生理学家劳埃德·霍奇金（Lloyd Hodgkin）和安德鲁·赫胥黎（Andrew Huxley）对离子的跨膜运动是如何造成了信号最终做出了精确的解释。这个发现革新了脑科学，但注意这个发现是晚近到1952年才做出的，那是我已经出生了。

简单来说，霍奇金和赫胥黎的发现是这样的：向所有细胞一样，神经细胞（神经元）也有外表膜，部分由脂分子构成的外表膜具有特殊的蛋白门，通过门的开合，特定的分子会跨膜进出神经细胞。当神经元处于静息状态，膜内相对于膜外带负电，这是由于正电离子，比如钠离子，的主动泵出造成的。负电离子，比如氯离子，则被隔离在神经细胞内部。当神经元受到刺激时，这种电压差会突然改变。神经元之所以特殊就是由于这种迅速的跨膜电压变化。例如，当你碰到热的炉子，热敏感神经元就会做出反应，在这种情况下，钠离子会冲进细胞，短暂的扭转膜内外的电压。在这之后，钠离子又会立即被泵出神经元膜，恢复原来的状态。这个跨膜电压的迅速扭转和恢复就是被称作峰电位（spike）的东西。在神经元附近放置一根导线，并将其与扩音器连接，你就会在神经元处于峰电位时听到噼啪声。

电压变化一旦开始，它就会沿着神经元膜一直运动到终点（峰电位传导）。这种信号也被称为神经冲动（nerve impulse），它最终（在几毫秒之内）会到达那个神经元的尾端。这会造成化学物质（神经递质）的释放，释放出的神经递质会穿过一个细小的空间来到下一个神经元，

停靠在特定的位置，造成这个接收神经元的电压变化。而接着，如果神经元连接的是一个肌肉细胞，肌肉就会做出反应，比如通过收缩。这个解说诚然是过于简单化了，但它却开启了通往神经系统的大门，这其中是一个复杂而壮丽的世界。[2]

尽管我们都习惯了各种各样的电子装置，但了解到下面这一点，还是不免让我们大吃一惊，那就是迟至1800年，电还不为人们所理解。许多人把电现象视作神秘的事，根本不可以作为物理现象来解释。在19世纪初叶，所有这一切都改变了，那时电开始被明确地作为一种完全物理的现象来理解，它遵循明确的法则运作，并且能够在实践中被操控。[3] 有些人悲叹这个发现把神圣的神秘性从电现象中驱逐了出去，而其他的人则开始发明各种电子装置。

神经科学中尚未解决的所有困惑为（非物理的、柏拉图意义上的）灵魂留有空间吗？可能吧。但在我看来，这样的可能性实在是渺茫的很。尽管如此，如下的这种情况还是让许多人对二元论不忍释手，即当神经元以峰电位做出反应，神经元所做出的这种反应似乎完全不同于我在碰到热炉子时所感到的疼痛。神经元——也许需要许许多多的神经元——的活动是怎样产生出痛觉或听觉抑或视觉呢？

答案仍是未知数，但有许多策略都可以用来推进对这个问题的回答，尽管这些策略中有一些会聚敛在一起。所以，虽说不是对机制的充分详细的解释，但在这个问题上进展还是有的。（更详细的讨论，参见第9章）例如，许多研究都已经在尝试精确地理解当一个人被麻醉失去了有意识的觉知时发生了什么。许多麻醉药是通过关闭某些类型神经元的活动来发挥作用的，尽管哪些区域特别容易受到这种抑制作用的影响仍旧是悬而未决的问题。一种不同的研究路径针对的是深度睡眠中觉知的丧失，而其他的研究则针对的是当注意力放在其他事物上时对一个刺

激未能有所觉知。尽管这些研究的路径是不同的，但对于有意识与无意识过程相互依赖的研究进展得却越来越快。

[1] 这一点适用于绝大多数神经元，但令人非常惊奇的是，乌贼有一个非常巨大的运动神经元，它可以控制乌贼的喷水推进系统的肌肉，这个神经元的轴突肉眼就能够看到。由于它的尺寸（直径有大约一毫米），在20世纪神经科学发展的早期阶段，乌贼的巨大轴突成为神经科学家做研究的有用对象。通过对它的研究，霍奇金和赫胥黎搞明白了神经元传递和接受信息的机制。

[2] For a terrific website that shows how neurons work,see Gary Matthews,http://www.blackwellpublishing.com/matthews/animate.html.For a more advanced electronic text by Gary Matthews,go to http://books.google.com/books/about/Introduction_to_Neuroscience.html?id=1dRYEQwJcEAC.

[3] Edmund Taylor Whittaker,A History of the Theories of Aether and Electricity:From the Age of Descartes to the Close of the Nineteenth Century（Forgotten Books:Originally published 1910,reprinted 2012）.

否定要比实干容易

有些哲学家对我们的无知印象深刻，他们斩钉截铁地认为上述问题是不会有答案的——我们永远也不会知道脑是如何产生了思想和感受的。对于这个立场一个流行的理由是，没有人能想象出一种详细而令人满意的神经生物学解释看起去实际上会是什么样子。所以，这些哲学家的论证就是，我们甚至都没有能力想象一种解释这一点是就一个确切的标志，表明这不仅仅是一个问题，而且是一个无法解决的神秘。[1]在这方面说不的人并不一定就是二元论者，尽管除了笛卡尔二元论这个名号，他们倾向于分享个中的所有方面。让我们暂停一下，对这种否定的回答穿插一个哲学的探究，我们要面对的是这样一个障碍：意识是一个极深的奥秘，我们永远也无法理解。不要再尝试了。

关于这种否定的回答，在一开始我们要交代两件事。第一，这个论证包孕着一个非常强的预言：永远不会有人能解决这个神秘——永远不会，不论科学发展到怎样的程度。永远是很长的，长过一个人的寿命。做出这个预言，显然是太过草率了。毕竟在科学的历史上从来都不缺少这样的现象，这些现象一度被生命短暂的人们认为太神秘了，永远也无法理解，但最终这些现象都获得了解释。意识现象可能只是又增加了一个这样的现象罢了。

光的本质就是一个这样的问题。在19世纪，科学界一致认为光是宇宙的一个基本特征，绝不可能再由任何更为基本的东西来解释了。在这之后又发生了什么呢？到了19世纪末，詹姆斯·克拉克·麦克斯韦（Lames Clerk Maxwell）将光理解为电磁辐射的一种形式，和X射线、无线电波、紫外波，以及红外波处于同一光谱上。所以，关于光的预测曾经看起来确然无误，不可置疑，但却明明白白是错误的。有趣的是，现在很

难再找到一个人，他还了解关于光的这个人们曾经信心十足但却是误导的预言了。

仅仅因为还不知道——尤其是当这门科学还处在它非常早期的阶段时——就推论说不可能知道，这种推论的荒谬简直是一目了然的。我们对于神经系统如何工作的了解还非常肤浅，比如对记忆是如何被提取的，注意是如何分配的，或者我们为什么做梦。想象一下有人在公元2年做出一个预言，说人们永远也不会知道火的本质。的确，在那个时候没有人对火究竟是什么有一丁点了解。没有人知道氧气这种东西，更不用说火是一种快速的氧化作用。那个时候，人们普遍认为火和土、气和水一样是一种基本元素，对火的解释最多就是描述它的行为。一直到大约1777年，法国科学家安东尼–劳伦·拉瓦锡（Antoine-Laurent Lavoisier）才最终解决了火是什么这个问题。

或者想象一下在1300年有人预言科学永远也搞不清楚一个受精卵怎么就能发展成为一个动物幼崽。或者在1800年有人预言没有人会有办法控制传染病。再假设有人在1970年预言，除非开颅，否则科学永远也找不到一种方法来记录正常人脑的活动水平。错。随着功能磁共振成像（fMRI）的发展，这一技术成就在20世纪90年代就兴盛起来了。在20世纪70年代，那时我还是一个研究脑的学生，我会倾向于嘲笑那种可能性简直就是天方夜谭，因为我无法想象一种变戏法的装置。这种嘲笑不过就是表达了我的无知。所以说我的想象是不顶事的。

就做出否定的回答所依赖的就是未经证实的预言来说，它必定不会阻碍我们前进。

现在交代第二件事情。在如下这样的想法中有一种自鸣得意的狂妄，这种想法就是，“如果我天纵英才都不能想象一种方法来解释一个现

象，那么很明显这个现象根本就是解释不了的”。虽然如此，还是有一些哲学家和科学家被这样的臆断强烈地吸引着。[2]他们不应该这样。凭什么人们要把我无法想象科学在未来的发展作为一个问题是否以及怎样能够被解决的可靠指引呢？毕竟，我的想象也许是苍白的，或者我的想象也许（再一次）受到了无知的局限：我并不知道未来的10年或20年科学能够揭示什么。[3]我能够和不能够想象什么是关于我的一个心理学事实，而不是一个关于宇宙本质的深刻的形而上学事实。

我们也能够从一个稍微不同的角度来分析出现在如下假设中的纰漏，这个假设就是我们无法通过脑来解释心智现象。一个推论应该把人们从他有扎实证据的东西（例如观察）带至有可能是真的其他东西。例如，我可以推论说山那边的森林起火了。我的证据是我看到消防直升机拉着水飞往山那边。因为我们能够推论出新东西来，所以看见直升机让我得到了新的知识。那些说不的人，他们关于神经科学的推论看起来是什么样子呢？

说不的人的推论将我们从无知——我们不知道什么机制负责有意识的觉知——带到了知识——我们知道有意识的觉知不可能得到解释。这带来的麻烦。假如你的医生说：“我们搞不清楚你怎么会生了皮疹，所以我们知道那是一个巫师造成的”，那你就要换一个医生了，赶快。从无知推理出知识是一个谬误，而这就是为什么古希腊人将来自无知的论证称为谬误。下面是这个明显谬误的另一个例子：我不知道如何解释王蝶是怎样飞到墨西哥的，所以我知道那是由于魔法。胡说。无知就是无知。无知并不是关于魔法原因的特殊知识。它也不是与在长时间中能够发现和不能发现的东西有关的特殊知识。

我们可以设想科学永远搞不清楚神经元是怎样造成感受与思想。尽管如此，你却不能仅仅通过看到一个问题就说科学是解决不了它的。你

甚至不能说这个问题是否真的困难或易如反掌。问题的难度并不是与生俱来的。而且，随着科学的进步，人们对问题的看法常常会开始变化，说不准有些科学家会以新的方式来看待问题，或者未曾预见到的新的技术发展会使问题变得容易处理。如下这个例子可以证明这个说法。在20世纪50年代早期，许多科学家认为信息是如何由亲代向子代遗传这个问题——复制问题——是真的极难解决的，也许是解决不了的。而另一方面，回答蛋白分子究竟是怎样得到了它的典型的三维形状这个问题被认为相对来说是容易的，然而事实证明情况恰好相反。

在1954年，詹姆斯·沃森（James Waston）和弗朗西斯·克里克（Francis Crick）在他们的论文中解释了DNA是一个双螺旋结构，有着有序的碱基对序列，这个序列看起来很像是一个密码。这个彪炳史册的结构发现是解决复制问题的关键，在接下来的几十年中，细节逐渐地丰满起来。到1975年，每一本生物学教科书都会解释基因的基础，DNA是如何编码蛋白质的，以及蛋白质是如何被制造出来的。而所谓的更容易的问题，也就是蛋白质在一旦被制造出来以后是如何折叠成它们的三维形状的，则仍旧处在研究当中。

科学对于意识问题还没有造成什么冲击，因为许多哲学家，其中最著名的要算大卫·查莫斯，认为对脑的研究不可能解决意识的本质问题，他为这个问题命名（难问题），并主张意识与质量和能量都是宇宙的基本特征，[4]他们因此名声大振。无须设计和维护任何装备，无须训练和观察什么动物，也无须涉足潮热的丛林和冰冻的荒原。说不得一个巨大好处就是它让人们有大把的时间悠游。

[1] See Noam Chomsky make this claim:http://www.youtube.com/watch?v＝s_FKmNMJDNg&feature＝related.

[2] Colin McGinn,The Mysterious Flame:Conscious Minds in a

Material World (New York:Basic Books,1999) .

[3] Stuart Firestein,Ignorance:How It Drives Science (New York:Oxford University Press,2012) .

[4] David Chalmers,The Conscious Mind (New York:Oxford University Press,1997) .

拓展我们的自我概念

所以，灵魂与脑有可能完全是同一个东西；我们认之为灵魂的东西就是脑，并且我们认之为脑的东西就是脑。我们仍旧能够谈论有着伟大灵魂（great-souled）的人而我们指的却并不是有着伟大头脑（great-brained）的人吗？我们还能说一个网球搭档做出了一记充满灵气的防守或者我们还能说时代的精神是合作而不是对抗吗？当然能，为什么不能呢？我们清楚我们在说什么，我们仍旧可以说太阳在西沉，虽说我们完全清楚地球在转动。触动灵魂的音乐、滋养灵魂的食物（soul food），以及拥有灵魂这样的说法仍旧表达的是它们一直以来的意思。

在即便没有笛卡尔意义上的灵魂——或者你不再相信你有灵魂——的时候，一个人还能过一种精神生活吗？出于简单的考虑，让我们假设精神意味着赋予某些类型的事物以价值，诸如反思、安静地享受时光、从容细致地，而不是忙乱焦虑地选择。赋予价值也许意味着不要太过在乎钱财和它的力量，而要在简单中寻获满足。要看到，在这些价值和偏好中没有一个需要我们依靠非物质灵魂的观念。如果我们的确有非物质灵魂，有些生活方式就会更好或更有价值吗？我倒是看不出来。拥有非物质的灵魂怎么会让享受安静的时光变得更好呢？你的脑隔绝了忧虑与悲伤，这就是在你享受你的精神生活的时候发生的一些事情；你的呼吸平缓，面部肌肉放松，你完全不用操心。

我们可以看一看瑜伽练习（如果你愿意，也可以是跑步或念咒）的情况。在上完瑜伽课以后，在最后（仰卧放松功）的冥想阶段中，我常常都会感到身心愉快。后来，我很好奇在练习瑜伽的时候脑中发生了什么，以致在仰卧放松时总会伴有愉悦的感受。为什么这种让人惬意的感受会可靠地出现呢？

一个假设是在做瑜伽练习的时候，聚精会神于将身体调整到一个正确的位置会造成在典型的“能量的震荡平衡”方面脑的两个一般的系统的转换，这两个系统是以任务为导向的系统（例如在你琢磨着你的计算机为什么断网的时候）和所谓的默认系统，默认系统是一种“内部反思”或“心智游移”系统（例如当你在回味你刚刚进行的一次交谈或计划下一次谈话）。当你有那么一段时间心思混乱，担心起自己的下一份工作或为上一份工作感到烦躁抑或幻想什么事情（比如说性事）的时候，默认的系统就活跃起来了。

利用脑成像技术，研究者已经发现在冥想期间自我反思区域的活动水平会下降，而在各种冥想方式中这样的状况都会出现。[1]这个发现与如下主张是一致的，即冥想实践可以增进平静、满足与喜乐的感受。我猜测那些将注意力远离忧虑而集中在当下任务上的各种其他实践形式，诸如祈祷、念咒、跑步、打高尔夫球，以及四重奏演奏，都有类似的效果。

虽说在默认系统的活动水平下降与感受到平静之间存在着引人兴趣的关联，但这种关联还不是因果关系的明证。而且，将注意力更多地倾注在当下任务这一点与心智游移之间的对比也许只能对实践之后获得愉悦感做出一小部分的解释。因为将更多精力投注于任务上的价值可能依赖于那是什么样的任务。如果人们做的并不是他们愿意从事的任务，例如清理马厩，那么当自我反思（默认）系统花费在性幻想上的时间越长，就可能越有助于人们的愉悦。

这样说来，我将在实践中或实践后出现的愉悦经验认作精神性的了吗？是的，的确是这样，因为这些经验类似于其他人描述成精神性的那些经验，在这些人中也有像我一样的人，他们认为在我们这里并没有我们在这些实践中唤起的非物理的精神这样的东西。就经验的品质本身而

言，经验涉及了脑回路与脑化学的特定方面这一点是无关紧要的。考虑一下那些服用麦角酸（LSD）或麦司卡林的人，他们很容易认为他们异乎寻常的经验包含着领略到一个完全不同但却真实的世界，一个精神的世界。尽管这些亲身体验的人有这样的确信，麦角酸和麦司卡林所造成的经验明白无误地是基于脑的现象。在这两种情况中，药物分子与脑中特定的血清素受体相结合，改变了神经元的反应模式。在神经科学的框架中理解异乎寻常的经验，不论这个经验是由药物还是由冥想造成的，并不会对经验的品质本身造成影响，而只会对我们如何理解它造成影响。



灵魂的概念虽说有一个悠久而受人尊敬的历史，但就解释我们的心智和行为来说，神经科学如今看起来已经把它甩在了后面。然而支持灵魂概念的一个重要的驱动力来自来世生活的可能性。而且也有很多有关来世生活和离体经验的报道。的确，人们也许会认为这些方面将灵魂又再次放回了对心智与行为的解释中。也许吧。下面让我们先来看一看这些方面有多靠谱，以及它们实际上告诉了我们什么。

[1] J.A.Brewer,P.D.Worhunsky,J.R.Gray,Y.Y.Tang,J.Weber,and H.Kober,“Meditation Experience Is Associated with Differences in Default Mode Network Activity and Connectivity,”Proceedings of the National Academy of Sciences USA 108,no.50（2011）:20254–59.

第3章　我的天堂

天堂是真实的，或者有人宣称它是真实的。下面是一个支持天堂存在的证据：亚历克斯·马拉基（Alex Malarkey，实有其人）死了——真的死了——然后他又复活了，还讲述了他在天堂的见闻——天使和耶稣。他的父亲，凯文·马拉基（Kevin Malarkey）写了一本书，《从天堂归来的孩子》。这本书盘踞在畅销书排行榜上许多个月。来世也是电影《新逝》（Flatliners）探讨的一个主题，在这部电影中，几个医学实习生决定测试存在天堂的这个假设，他们让自己的心脏停搏（在这种情况下心脏停搏，心脏监视器显示一条平直线），然后又“死而复生”，报道了他们的经历。当然，这是一部电影，而不是真实发生的测试。

从那些有关死后经历和濒死经历的书籍来判断，有过这些经历的人都死而复生，叙述他们见到了光、神圣的存在、住在另一个世界的死去的亲属等。有些人强烈和迫切地想要相信天堂。我强烈和迫切地想要知道关于我的账户，我的牙齿的状况，以及死后生活这些事情上什么有可能是真的，或者真正的证据表明了什么。并非所有宣称的证据都是可靠的证据：有一些是一厢情愿的想法，有一些是大肆宣传的结果，有一些则只是牟利的诡计。让我们再细致地看一下。

在心脏停搏之后，病人可以被救醒过来；心脏会再度跳动，呼吸会再度恢复。后来，这样的病人中，有极少数会描述一种经历，其中包括平静的感受，也许还有关于通道、光甚至是天使的视知觉。这已经被称为濒死体验。对于所报道的这些经历一个流行的解释是这样的：病人们实际上死去了极短一段时间，灵魂开始从身体升到天堂（或往生下一个世界），他们看到已经死去的爱人在明亮的通道的另一端。接着，病人又被从死亡中拽了回来。这种体验是转变性的，自此以后，病人就不再

惧怕死亡了。

天堂也许是真的，但也许不是。就和任何的假设一样，我想仔细地打量一番。为什么呢？是这样的，因为真实以及与真实为伴对生活的进展来说是非常重要的，不是以为的真实，而是真实。就像苏斯·奥尔曼（Suze Orman）在一次关于金钱的讲座中说的，“说实话，好好地算一下，然后说实话。如果你没钱做一次旅行，那就告诉你的孩子们并且坚持你说的就好了”。[1]就从短期来说，因为你只是想它是真的而真正地相信它可能是令人欣慰的。但从长远来看，这样做通常都是极糟糕的。当然，我们每天都生活在不确定性中，但有些事情要比另外一些事情更确定一些。

一年夏天，在我还太小、不能在水果包装厂工作一整天的时候，我决定和我朋友桑迪一道参加“圣经学校”。这个夏天的事情和我们的教堂或是村子里的任何其他教堂没有关系，而是由游方的牧师主导的，他们在埃尔克斯会堂的楼上开课。来这个学校是想找些事情做，因为真正的学校放假了。

早课是在传教士对地狱鲜活和令人恐怖的描述中开始的。地狱被展示成一个极度险恶的地方，牧师要求我们记住地狱中有烈焰，然后想象我们自己完全被可怖的烈焰包围。我们想象自己在地狱中燃烧，年复一年，直到永远，因为我们知道我们自己是邪恶的。恶魔显然在四处游荡，嘲笑我们所受的折磨。无论我们如何尖叫也完全无济于事。痛苦不会止息，一直持续下去。

由于曾经发生的事情，我对三级烧伤有第一手的认识。在三岁那年的夏天，我在果园玩耍，夏天我通常都是光着脚丫的。不知不觉，我走到了一个灰烬堆里，那是我母亲早晨从木柴炉里倒出来的炉灰。灰烬是

灰色的，看不出还有火，但实际上它还非常的烫。我一时受惊，乱了阵脚，站在灰烬堆里惊声尖叫，一直到我姐姐从梯子上冲下来把我救出来，她当时正在摘桃子。我的脚被严重烧伤了。到我10岁遇到乔牧师的时候，我的脚已经完好了，但我清楚地记得灼烧是一种什么样子。

我的父亲质疑将邪恶者罚入地狱这种说法的真实性，他直截了当地说："胡扯，纯粹的胡扯。他这是在杜撰。而且，他凭什么认为你是邪恶的。你也许有点淘气和倔强，但绝非邪恶或不道德"。我的母亲则认为从游方的福音传道者那里听到这种胡说并不奇怪，他们喜欢恐吓人们以赢取皈依。"他们应该得到一份真正的工作"，她，一个基督徒，嘟囔着说。地狱的烈焰与硫黄这幅图画与他们社区的切实的做派、善举以及常识完全不沾边。

第二天早晨，我就没有再去埃尔克斯会堂，而是带着我家的狗弗格森顺溪而下寻找岩石下面的小龙虾。并不是所有的宗教人士都是可信的，我对弗格森解释说。如果游方牧师的地狱是一派胡言，那么我们那位温和却也无聊的牧师大人麦坎德利斯（Reverend McCandless）所指的天堂又能好到哪里去呢？而且，较真起来，当身体分明在墓中腐烂的时候，它们又怎么可能上升到某个地方去呢？弗格森很是可爱，总是留心地侧耳听着，跑来跑去到处嗅着囊地鼠的踪迹。

以下就是我想要知道的：所有讲述了他们濒死经验的人是真的死了抑或只是濒死而已。要记住的一件事情是，心脏即使一旦停跳，残留的脑活动还是会短时持续——如果有氧气供应的话，还会持续更长时间。这些讲述者真的是脑死吗？

脑死亡被认为意味着维持心跳和呼吸的关键脑区（脑干中的区域）丧失了功能，病人不再表现出脑干反射，例如当光照向眼睛时瞳孔的收

缩。[2]大约有25项不同的评估被用于决定脑死亡。例如，如果还残留有一些脑干和皮层活动，那么脑就还没有死亡。在这种情况下就可能造成奇异的经验。

《圣约·约翰福音》中说，拉撒路已经死去四天。身体已经僵冷了。[3]约翰并没有亲眼见证，而是在很久很久以后根据口传写下了这个故事。约翰说拉撒路“臭了”，这就是说，拉撒路的身体已经腐烂了。然而，按照约翰的说法，耶稣奇迹般地将拉撒路复活了。就我所能断定的，对于那些实际上脑死亡，并且也已经由医生适当地确证为脑死亡的人，还从来没有关于他们的可信的报道说，他们像拉撒路一样真的苏醒过来。因此，濒临死亡就足以窥见来世这个说法在关于濒死的文献中必定是被假定的东西。这是一个假设这一点并没有总是获得澄清。而为什么濒死就足以让濒死者窥见天堂这一点也没有得到解释。

在凯文·马拉基的书中，并没有提到过亚历克斯曾经做过脑扫描，甚或没有提到通过置于头皮的电极的活动来决定他是否是脑死亡了。看起来没有任何理由认为他已经脑死亡了。很明显，他处于昏迷，而这根本就不同于脑死亡。在头部受创以后，尤其是在他恢复而昏迷也不再那么严重的那段时间，有可能在亚历克斯的脑部还有大量的活动。有可能当他开始摆脱昏迷，皮层活动变得更加活跃了。他正是在这段时间看到了耶稣吗？我们不知道，但这似乎是有可能的。在摆脱昏迷的这段时间他看到的耶稣也许与梦境中的耶稣或幻想中的耶稣没有什么不同。

对于在严重缺氧，例如溺水，后陷入昏迷的患者，评估他们前景的一个相当可靠的办法就是隔开几天做两次脑成像。如果脑受到严重损伤，在两次脑影像中就会观察到大面积的脑萎缩。比起头部创伤，脑萎缩在氧气严重匮乏（缺氧症）的情况中更为常见。一旦萎缩发生了，功能得到恢复的前景就极为渺茫。对孩子来说，决定他们是否脑死亡要求

两次评估，这两次评估要隔开几天的时间，而且这两次评估要由不同的医师来操作。

就我所知，在经由前面提到的标准确定为脑死亡的患者中没有一个在脑死亡的状态中恢复过意识并报道看到了死去的亲人、圣徒，抑或天使。这就表明对来世生命的经验需要一个更为适切的解释：那些报道了“从死后归来的患者”实际上并没有脑死亡，尽管他们必定是受到了其他的影响，这些影响，诸如低氧水平和脑的肿块（swelling），会阻止这些病人恢复到完全意识状态。

比起头部创伤，缺氧症恢复的前景往往更加糟糕，虽说在有些人会感到寒冷的情况中——例如身处冰水中——低温对脑细胞会有几分保护。脑部受创的孩子也许会昏迷数月，但脑功能会有显著的恢复。亚历克斯·马拉基的情况就遵循这种模式。他出了车祸，头部严重受伤，昏迷了三个月。比起昏迷三个月后就逐渐恢复的孩子，昏迷长达12个月的孩子恢复的前景更加糟糕。昏迷是脑死亡吗？不。尽管昏迷是极其令人难过的状况，但它不是脑死亡。

判断昏迷的标准包括丧失了对外部刺激，包括针刺的反应、大小便失禁，以及丧失了睡眠/觉醒模式。[4]在度过了刚开始的危险期以后，昏迷的患者会表现出脑干反射，例如遇到明亮光线时瞳孔会收缩，这是脑死亡（不可逆转的昏迷）患者没有的。

为了更充分地展示各种病状类型的复杂性，我要有所补充。被诊断处于植物人状态的患者也丧失了对外部刺激的反应，即使在睁着眼睛时也不会跟随光线。他们也大小便失禁。但他们的确表现出睡眠/觉醒循环。令人伤心的患者特里·夏弗就是这种病状。在尸检中，他的脑被发现有严重损伤，尤其是皮层区域。即使她可以靠生命维持机无限期地活下

去，她的意识也再不会恢复了。[5]

与此相对照，处在最小意识状态（minimally conscious，MC）的患者往往能够跟踪光线，也可以对施加在手和腿上的温和的针刺做出反应。最小意识患者的恢复前景要好过植物人。当然，生物学就是生物学，就和年龄、整体健康状况、糖尿病和心脏病这些疾病的影响一样，不同个体之间会表现出巨大的差异。

脑组织对氧供应是高度敏感的，即使经历极短的低氧水平（组织缺氧）也会造成不同寻常的感受和知觉。有低血压的人突然从蹲姿站起来很容易经验到一个黑晕，它会围绕着一个缩小的光圈不断扩大，就像是一个隧道。我自己就常常经历到，这时我会感到持续几秒钟的虚弱，一直到黑晕消退，隧道变大成为正常的视野。有没有可能有低血压的人所描述的隧道和光线与例如在心脏病发作时缺氧的人经历到的东西并没有什么不同呢？我应该认为我是在经历天堂，在虚弱中见到了天使或先人吗？

在心脏停搏期间，脑的氧供应减少。神经细胞非常脆弱，氧供应中断即使只有一两分钟，它们就开始死亡。此外，面临生命危险，濒临死亡的这种状态还会引起内源性阿片肽（endogenous opioids）的释放，在战场上或处境非常危险的时候，人的体内就会释放这种东西。它可以造成平静甚至是欣快的感受。在女性生产的时候，也会释放内源性阿片肽，它会令女性在分娩结束以后持续欣快的感受。

如果有人快要死了，主要的任务是去抢救这个患者，而不是去做研究。虽然如此，还是有一些研究记录了有多少心脏停搏的患者有不寻常的经验，这些经验在不同患者与不同文化之间的相似性如何，以及文化信念在多大程度上会影响解释。[6]

[1] 苏斯·奥尔曼有一档财富管理的电视节目，每周六晚在美国全国广播公司的消费者新闻与商业频道（CNBC）播出。

[2] For the Brain Death Guidelines for Pediatrics,see http://pediatrics.aappublications.org/content/early/2011/08/24/peds.2011-1511.

[3] 参见《新约·约翰福音》，第十一章。——译者注

[4] There is a continuum of conditions,and it is useful to consult the Glasgow Coma Scale for more precision:http://www.unc.edu/~rowlett/units/scales/glasgow.htm.

[5] 访问google图片，搜索Terri Schiavo，可以看到她的脑扫描图片。

[6] For an excellent review article,see Dean Mobbs and Caroline Watt,“There Is Nothing Paranormal About Near-Death Experiences:How Neuroscience Can Explain Seeing Bright Lights,Meeting the Dead,or Being Convinced You Are One of Them,”Trends in Cognitive Sciences 15,no.10（2011）:447–49.

脑中的趣事

你的脑释放出的内源性阿片肽会唤起积极的感受，也许包括平静的感受。[1]内源性大麻素（endocannabinoids），一种近来在脑中被确认的类大麻分子，也能够降低焦虑，增加快乐感。这样的感受，连同与万物一体（deep connectedness of everything）的感觉，也可以由致幻剂（LSD）、迷幻药（psilocybin）和麦司卡林（mescaline）造成，当然，鸦片和大麻也能够造成这种状态。[2]顺便提一下，酒也会通过刺激内源性阿片肽的释放造成愉快的感受。

克他命（ketamine），一种有时会用于麻醉的药物，能够引起灵魂出窍和其他分离性的体验。据我的学生说，克他命如今已经成为一种聚会时用的药物，让他们体会漂浮于身体之上的感觉，让他们的心智游离出身体，等等。如此纯粹的物理干预会引起与濒死体验在性质上相类似的体验，这一点强烈地支持了一个神经生物学的基础，这个基础最终能够通过研究揭示出来。

接下来的问题是：不同研究对象之间经验上的相似程度如何？变化是通常的状况，而这表明了患者的病状与他们的脑的变化。在一项有344名心脏停搏的患者[3]参与的大规模研究中，只有12%的（62个）患者报道了濒死体验中最为关键的体验（有光的隧道、感到死去、感到平静）。其他人也许有体验但却记不起来，这当然是因为研究依靠的是患者恢复后的报道。在62个的确有濒死体验的患者中只有一半感觉到他们死去了；62个患者中只有56%（35个）有像平静这样的积极感受；只有24%（15个）有离体经验；只有31%（19个）有穿过隧道的经验；而只有23%（14个）有光的经验。

如果天堂真的在来世等着我们所有人，那么为什么在恢复的患者中只有12%的人报道了有着隧道、光与平静的这种濒死体验呢？

对于这一组现象会有一个靠谱的神经生物学的解释吗？正像神经科学家皮姆·范·罗梅尔（Pim van Lommel）和他的同事指出的，对这个问题做出肯定回答的一个强有力的理由是：对颞叶和海马体的电刺激——这是在对癫痫患者进行手术以前所可能采取的措施——所诱发的体验与由于心脏停搏所导致的缺氧症所带来的体验是相似的。脑中二氧化碳水平的提升（血碳酸过多症，有时带水肺的潜水员会遭遇这种情况）或者在闭气用力（比如在费力排便的时候）之后急促呼吸造成氧的水平降低也能够诱发类似的经验。

的确，与闭气用力之后的急促呼吸比起来，濒临死亡会让事情起一些变化，因为在那个时候生命即将终结，死的现实赤裸裸地就在眼前。在这样的境况中，人们一般会重新评价他们的生活，唤醒他们的记忆，重新检视什么是生活中重要的东西。他们会这样做，不论他们是否相信的天堂。在那些有着不寻常经验的人那里，恰恰是这个重新检视也许就是引起变化的因素。濒死的经验只是引起了那些起着变化作用的反思。

当我在强度很大的瑜伽练习之后以一种放松的姿势（仰卧）闭着眼睛躺着的时候，我有时会感到我的身体漂浮在地板上方几英寸的地方。那是一种非常轻盈的愉快感受。这个放松过程的前面部分是去依次注意身体的每一个部分并想着那个部分的放松状态，然后就放手不管。这样的步骤一旦完成，我感觉自己好像飘离了我的垫子。若是我有不同的心智形式，我可以想象我真正地在漂浮着，也许是漂浮在某个精神性的空间。我可以想象我的精神违反了引力法则漂浮在我的身体之上。事实上，我很享受这种感觉，而这种感觉实际上是一种前庭幻觉再加上一点点内源性阿片肽产生的愉快感觉。我们可以直接就测试我是否曾经漂浮

了起来：在我的瑜伽班上有谁在我以放松的姿势躺着同时感觉自己好像漂浮了起来的时候看到我的身体漂浮了起来呢？一个都没有。

我想有些瑜伽修习者会将这种感受称之为精神性的，就好像我在第2章指出的那样，对此我完全接受。我喜欢基于脑的漂浮的感受这个想法，只要我们不是在说有什么幽灵般的东西让我的身体真的飘离地板。

[1] See also Michael N.Marsh,Out-of-Body and Near-Death Experiences:Brain-State Phenomena or Glimpses of Immortality?（New York:Oxford University Press,2010）.

[2] For a wise and insightful discussion of his drug taking by Oliver Sacks,go to:http://www.newyorker.com/online/blogs/culture/2012/08/video-oliver-sacks-discusses-the-hallucinogenic-mind.html.

[3] Pim van Lommel,Ruud van Wees,Vincent Meyers,and Ingrid Elfferich,“Near-Death Experience in Survivors of Cardiac Arrest:A Prospective Study in the Netherlands,”Lancet 358（2001）:2041.

幻觉但不是妄想

脑会做出有趣的事情，比如产生幻觉。每一个人都会产生幻觉。[1]每晚当你做梦的时候，你就在产生幻觉。你赤身裸体，想办法遮掩自己，绝望地寻找着你丢失的行李，绝望地等着公交车，但它似乎正行驶在另一条路上，无论如何也不会为你停下来。所有事情都一错再错。然而当你醒来以后，你知道像这样的事情实际上从未发生过。

幻觉就是对世界中的对象或事件的感官经验，这经验似乎完全是真实的，但却并不真实。在你梦中发生的事情不过是脑活动的结果。在你清醒的时候，你通常都明白梦完全是不真实的。

你的梦常常对情绪都有强大影响力，这一点孕育了如下的想法：梦对你的真实本性或未来抑或也许是“精神世界”有着特殊的意义。然而真实的情况或许是某些更为平凡的东西。梦不过就是具有强大情绪影响力的幻觉，有时它们与近来发生的事情有关，但却满是一些没头没脑的东西，诸如死去的亲人、飞马、说话的老鼠，非常有趣。情绪，比如恐惧和焦虑，或许是梦中更为基本的现象，那些没头没脑的视知觉与这些情绪相连。有时梦境会挑动我们去思考真实生活中的事情，但梦本身却并没有那些二元论的先知和通灵者们希望它们具有的那些意义。尽管如此，它们在我们清醒的时候所挑起的反思也许是意味深长的，而且会对生活中的决定造成强有力的影响。

就我们所知，所有的哺乳动物都做梦，也许所有的脊椎动物也都做梦。我看见我家的狗达夫（Duff）发出咿咿呀呀的声音，腿抽搐着，嘴也露出怪相。他正在经历幻觉。现在还不清楚为什么所有的哺乳动物都做梦。有一些神经科学家认为做梦与白天的事务有关，是随机的活动模

式的产生，只有那些与白天的记忆相关联的模式才会被贴上标签储存起来。有越发强有力的证据表明睡眠和做梦与学习和记忆是相关联的，但究竟是怎样关联的却仍旧不清楚（也见第9章）。[2]

在清醒状态下的幻觉是很不寻常的，它们通常都指向某个疾病问题。幻觉的产生可以涉及许多不同的状况，包括药物、肿瘤、惊厥、偏头痛、感官剥夺、精神疾病，例如精神分裂症和健忘症。

这里有一些不同寻常但也并非完全罕见的例子，这些例子可以让我们更完整地看到脑所做的趣事。70岁的肯尼斯是一个成功的家具制造商，他窘迫地向医生讲起在一天中有很多次他会非常强烈地感觉到他多出了一只左手和左腿。他的这些额外的（多余的）肢体好像出现了，然后过了一会又消失了。在他强烈地感觉到这些多余的肢体的时候，它们会随着他实际的左侧肢体运动。第三条腿也一起走着，第三只胳膊也一起摆动着；左臂去拿饼干的时候，第三只胳膊也会去拿饼干。他说除了移动他实际上的左侧肢体，他没有办法指挥这些多余的肢体运动，多余肢体并没有给他带来多大的困扰，虽然这当然让他很困惑。在肯尼斯这里究竟发生了什么呢？

脑成像技术显示肯尼斯患有不同寻常的癫痫，其病灶位于右侧脑颞顶叶的结合处（见图3-1）。这一诊断结果在临床上是很有帮助的，因为肯尼斯在接受了药物治疗以后，他的第三只胳膊与腿的出现被有效地抑制了。但究竟为什么会出现这些多余的肢体呢？这是又一个与脑有关的困惑。

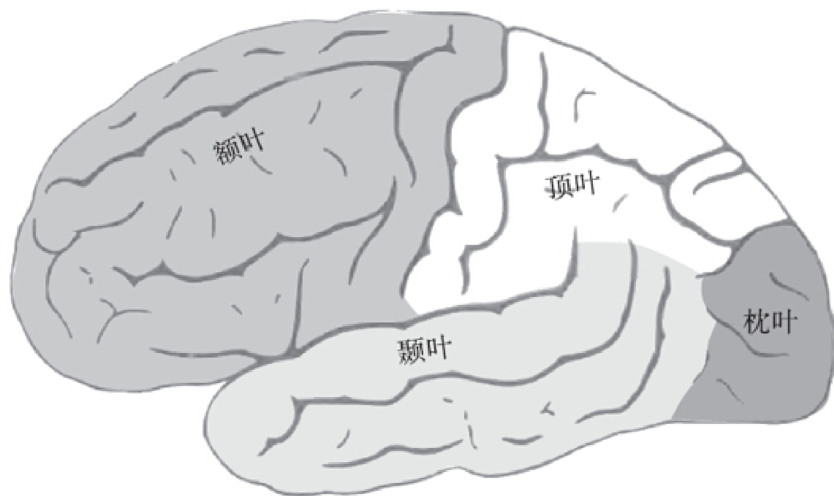


图3-1　皮层的主要分区。注意顶叶和颞叶间的连接（改自Gary's Anatomy）

身体感觉上的其他变化也许和与偏头痛有关的不寻常的脑活动相关联。在我们还上高中的时候，我的朋友尤尼克在每年春天都要经受长达一个星期的剧烈的偏头痛的折磨。在偏头痛就要发作之前的那些日子里，她说通常每到夜里她就会觉得自己躺在一张巨大的床上，身形非常小，就像一只大黄蜂那么大。这种感觉并不让她恐慌，因为她知道这是“脑生的事”，会消失不见的，而且这种感觉的确消失了。真正困扰她的是她感到自己缩小了的这个经验毫厘不差地预示了偏头痛的来袭。

偏头痛还有其他的“预兆”，包括视知觉中参差不齐的切割线这样的视觉效果。有时它们仅仅出现在视野中的一个区域，比如右上区域。有时患者会在视野的一个区域看到火花。在这样的“征兆”刚一出现的时候，你会想知道“我是中风了吗？”或者你也许想知道你是否正在进行一次超自然的联系。都不是，这些“征兆”只是偏头痛发作之前寻常的，大家都知道的效果。

法国数学家和哲学家布莱仕·帕斯卡（Blaise Pascal，1623—1662）

描述过这些视觉效果，他还提到在偏头痛发作之前有半个视野什么东西都看不到的情况。[3]最后，他还有过视野中充满光的经历。他把这光解释成神的降临，引导他走上宗教的皈依。有时偏头痛的预兆可能是不寻常的气味，例如烧焦的玉米味。在偏头痛的预兆中虽说极少有幻听的情况，但也还是有可能出现的。

利拉由于老年性黄斑变性失明了，让她吃惊的是，她开始出现视幻觉，大多数都是小人，有时则是像埃尔默·福迪[4]（Elmer Fudd）和贝蒂娃娃（Betty Boop）这样的卡通形象。（黄斑是视网膜上的一个区域，它被光敏感细胞密致地包裹着，对于清晰和细致的视觉来说黄斑是必不可少的）利拉很清楚小人不是真实的，但她想知道这些经验究竟是怎么回事。

利拉的这种病状被称为邦纳症候群（Charles Bonnet Syndrome），在黄斑变性的患者中有大约13%都会出现这一病状。（内科医生查理斯·邦纳（Charles Bonnet）在18世纪报道了这一症状）像利拉一样，出现这一病状的人并不是在妄想。他们知道这些小人形象并不是真实存在的。然而这样的经验也许会令人烦恼。人们猜测邦纳症候群也许被漏报了，因为患者会由于担心医生认为他们是在妄想而隐瞒这样的症状。一个患者如果他暂时使用眼罩的话，也可能产生这样的幻觉，但这种情况极罕见，而且在摘下眼罩后，这种幻觉就消失了（我很想经验这种幻觉，但尝试通过戴眼罩来实现，却没有成功）。

人们相信造成邦纳症候群的原因涉及感官剥夺，在这种情况下，脑丧失了正常的感觉输入，但脑中随机的活动使脑活跃起来，它要从这些活动中生成一个连贯的，虽说可能是奇怪的，知觉。这样一个模糊的解释并没有说出什么东西，如今在神经生物学的层面上对纳症候群仍旧是知之甚少。

还记得你在梦中想要大叫和奔跑时的样子吗？令人非常吃惊的是，你不会叫出什么声音，而且你的腿也像灌了铅一样沉重。为什么你不能从喷着火的怪物那里逃跑，真正地逃跑呢？对此脑可以做出回答：在脑干中有一束专门的神经元，它可以确保你在睡觉的时候无法移动。在睡梦的状态中，这些脑干神经元会活跃地阻止任何来自运动皮层通往脊髓最终到达四肢的运动信号。实际上，在做梦的时候，你会被临时地麻痹，这实际上会阻止你在梦中也运动起来。法国神经科学家米歇尔·朱维特（Michel Jouvet）最初在猫那里发现了这一现象：如果猫的特定的脑干网络受到损坏，那么就是在梦中它也会跳起来，然后兜圈子就好像在追什么东西一样。

这种专门的脑干抑制解释了为什么当你在梦中避开攻击的时候不能发出尖叫，而只能发出可怜的低鸣，或者你不能去回击那个在梦中折磨你的人，不能去追梦里的出租车。这就是为什么你的狗在做梦的时候会发出咿咿呜呜的模糊的声音，而不是响亮的狗吠声。尽管如此，对运动信号的抑制也不是滴水不漏的。有时，还是可能出现一些小抽搐、咯咯地笑和低声的呜咽，但正常的运动是不会出现的。然而，一旦这个抑制网络被破坏了，那就像朱维特的受到损伤的猫，你就会在梦里活动起来。有时这种情况会发生在患有痴呆症的老年患者那里。这样一种情况是非常危险的，因为在梦中活动有可能对自己或其他人造成伤害。例如有的患者会从床上跳下来全速冲向一堵墙，伤了自己的头也毁了墙。而另有患者会勒死他的床伴。对于这样的患者，可以使用REM[5]抑制药物来彻底阻止做梦，因此也就降低了造成伤害的可能性。

在一少部分人那里，睡梦麻痹的终止与觉醒状态的启动之间通常具有的同步会有些不协调。这意味着在你完全清醒以后麻痹还会持续短暂的时间。如果这种情况出现了，你可能会感到惊慌和害怕，担心是中风

或者被异形抓住了。你是清醒的，你想运动，但你却动不了。

通常，在人的一生中这样的情形很少出现，但有些人却频繁地经历，结果他们害怕睡觉，这反过来又与更多的入侵到清醒状态的睡眠麻痹联系在一起，这是一个恶性循环。一旦睡眠被剥夺了，在他们那里就会出现一些令他们感到恐惧的经历，诸如感受到邪恶，听到房间里沉重的脚步声，听见附近传来的可怕的对话，等等。通过有规则地打断健康人的睡眠来剥夺他们的睡眠也可以诱发出这样的经历。毫不奇怪，这些异常的事情常常都被解释为遭遇到了精神世界、幽灵和巫师，或者是死人。在那些去诊所寻求帮助的患者那里，治疗原来是异乎寻常的简单。多睡觉，问题就迎刃而解了。[6]

我们所列举的这些古怪的知觉提醒我们脑会做出一些令人愕然的事情，这些事情并没有任何关于前生来世或精神生活的特别的意义。它们只是我们没有——无论如何，尚没有——完整解释的由神经活动造成的古怪。它们令人着迷，它们很少被人理解，有时它们令人苦恼不安，但它们的根本特征就是古怪。[7]

[1] Oliver Sacks,Hallucinations（New York:Knopf,2012）.

[2] J.Allan Hobson,Dreaming:An Introduction to the Science of Sleep（New York:Oxford University Press,2003）.

[3] M.Paciaroni,“Blaise Pascal and His Visual Experiences,”Recenti Progressi in Medicinia 102,no.12（December 2011）:494–96.doi:10.1701/998.10863.

[4] 动画片《兔八哥》中的卡通形象。——译者注

[5] 是Rapid Eye Movement的首字母缩写，即快速眼动睡眠。——译者注

[6] http://ehealthforum.com/health/topic29786.html;http://psych

central.com/lib/2010/sleep-deprived-nation/.

[7] “脑漏”（Brain bugs）是神经科学家Dean Buonamano对幻觉这类事件的称呼。（参见他的著作，Brain Bugs，2011.）

信念

这里的讨论并没有决定性地证明天堂并不存在。我能够确定地说爱尔兰矮妖不存在，但我不能同样确定地说天堂并不存在。虽说如此，我却在关于濒死或所谓的来世经验的报道中找不到任何可信的证据证明有这样的地方。关于不寻常的脑活动造成的不寻常的经验的那些材料加剧了人们对于如下主张的怀疑，即不寻常的经验实际上是关于诸如幽灵、异形和天堂这些不寻常的事物的经验。如果你并不在乎这些怀疑，想要相信来世的生活，那么秉持这样的信念就是一个有意识的决定。你也许会说："我想相信天堂，因为这会让我感觉更舒服"。那也没有什么不妥。对我来说，我担心做出这样的决定会让我在那些胡说面前更显脆弱。自我欺骗就像是一种药物，它会让你对你迫切需要的感受无动于衷，在你需要集中力量来熬过困难时刻的时候让你变得脆弱。

有些自我欺骗对我们来说有好处吧？也许，但自我欺骗却可能失去控制。我父母的一个农场的朋友，风度翩翩而有令人愉悦的斯坦利·奥康纳（Stanley O'Connor），在58岁时被诊断出胃癌。在1955年的时候，除了在生命走近尾声的时候让他舒服一点也无计可施了。但是斯坦利并不放弃。他和他的妻子从银行取出了所有的积蓄，除此之外，他们还借了钱。他们把东西装上他们的旧卡车，一路驱车向南，穿过美国边境去找一位小有名气的游方信念治疗师（traveling faith healer），这个治疗师热情地接受了他们的"供养"，热忱地祈祷，为斯坦利做圣疗，然后就打发他们回去了。三个月后，斯坦利死了，钱也打了水漂。

我问父亲奥康纳太太如今对信念治疗师怎么看，父亲遗憾地摇着头解释说："哦，她相信是她的信念还不够强大。要是她的信念足够强大的话，斯坦利就会康复了。她就是这么说的"。很长一段时间，我们都会在

餐桌上讨论这个话题，我们都认为这是一种自我毁灭的自我欺骗。我父亲总是要申明信念治疗师就是一个江湖骗子，他从那些绝望而无知的人那里榨取金钱。他会说："比死亡还糟糕的是愚蠢地中了圈套"。没有钱经营农场，抚养孩子，或是还债，斯坦利太太自己也垮了，第二年就死了。三个失去父母不知所措的年幼的孩子去投靠了不那么情愿的叔叔和婶婶。

几年以后，在1960年，上映了一部关于游方的住帐篷的福音传道者埃尔默·甘特利（Elmer Gantry）的电影。[1]这部电影几乎让我不忍卒看。那些贫穷无知的农民，他们孤注一掷，满怀希望，却成为那些神乎其神的江湖贩子最容易的下手对象。

与真理为伍。苏西·奥尔曼[2]（Suze Orman）如是忠告，这是一个强有力的，受用终身的建议。我们从中能够听到亚里士多德、孔子、本杰明·富兰克林和马克·吐温的教诲。还有伯特兰·罗素，他说：

在世界上再没有什么比思想更让人感到恐惧，即使是毁灭，甚至是死亡也不如思想让人恐惧。思想是颠覆性和革命性的，极具破坏力，令人感到恐惧，思想根本无视特权、已经建立的制度和令人舒服的习惯。思想会透视地狱的深渊而毫不畏惧。思想是伟大的、迅捷的、自由的，思想是世界之光，是人最辉煌的荣耀。[3]

事实并不会削足适履来适应我们的信念、希望或教条。地球并不会因为地心说深得有些人的青睐就使自己成为宇宙的中心；心脏真真正正不过就是一个肉泵。我的孩子之所以是我的孩子是因为生殖生物学的原理，而不是因为一种神秘的力量预先就选择了这个卵子与那个精子结合在一起来造出这个孩子。摆脱那样的愚蠢，我们一样可以全心全意爱我们的孩子。

当我们死去时灵魂会离开身体去往天堂的这样一个柏拉图式的观念对我们有强大的吸引力，但我们不得不去问这是否是真实的情形，它是否真的是我们相信的东西，我们是否只是钟情于这样一个想法，却没有考虑过它实质上的可信性。你如何思考这些问题的确会对你此时此地做出的决定造成影响，就像在斯坦利·奥康纳那里的情况。吸食母乳会将一个男子从同性恋转变为异性恋吗？[4]海洋渔业资源正被耗尽吗？[5]气候变化是一个骗局吗？一个人所秉持的信念来自上帝这样的想法很有诱惑力，但实际上去秉持这样的信念或是以此作为对搜集证据和思考这样的艰苦差事视而不见的理由是非常愚蠢的。上帝常常根本就不会有任何帮助。

哲学家蒂姆·雷恩（Tim Lane）和欧文·弗拉纳根（Owen Flanagan）提出在我们生活很少的一些场合里，错误的乐观主义实际上是可以带来好处的，这些场合主要是与某些疾病有关，比如癌症，但却并不适用于糖尿病和溃疡。[6]相信你会恢复可以降低压力激素的水平，这也可以设想。压力激素水平的降低会使免疫系统和现代医学更有机会去发挥它们的作用。但这有什么证据吗？明确地说并没有确然无疑的证据。心情抑郁的病人恢复的比率似乎与快乐的病人大致相同，而且也没有在只是依靠积极心态（positive thinking）的病人和接受标准医疗的病人之间做出比较的研究。[7]任何这样的研究都不大可能获得资金的支持。

尽管如此，雷文和弗拉纳根很有见地地指出比起信念–欲望混合体，错误的乐观主义通常算不上是一个信念，它们更类似于希望，而不是坚定持有的证据确凿的信念。一个聪明人知道有些事情并没有来自客观的坚固的事实的支撑，但在非常特定的情况中这些事情最终也许会发挥温和的缓和剂的作用。这里*也许*是一个关键的词，因为在这个阶段，认为错误的乐观主义对你有益在很大程度上只是一厢情愿的想法。如果

错误的乐观主义将你打发到信念治疗师而不是癌症诊所，或者，更糟糕的，如果错误的乐观主义意味着你的孩子无须注射疫苗来预防麻疹或小儿麻痹症，因为你认为你的爱足以保护你的孩子，那么错误的乐观主义最终将是一场灾难，记住这一点是有裨益的。

无论真理有时看起来多么难以接受，对真理深沉的敬畏在许多文化中都受到赞美，比如像苏格拉底这样的古希腊哲学家，孟子这样的中国古代哲学家，因纽特人，印第安夏安族人和特洛布里恩群岛的岛民，还有奥卡纳根的顽强的农夫。无论真理是什么，与真理相比，盲目的信念到头来都是更加危险的，事情通常就是如此。

[1] 甘特利是Sinclair Lewis创作的同名小说中的虚构人物。

[2] 苏西·奥尔曼，美国著名的金融节目主持人，美国人的全民理财顾问。——译者注

[3] 这段话通常都认为出自罗素，但我没有找到其出处。他既著作等身，又有诸多讲座。

[4] 这是密苏里州参议员托德·阿金（Todd Akin）提出的主张，并得到了电视演员柯尔克·卡梅隆（Kirk Cameron）的响应，他正试图在旧金山开一家诊所，以为男同性恋提供喂食母乳的服务。但看起来这似乎面临着一个困难，很少有哺乳期妇女愿意提供这项服务。

[5] D.Pauly,J.Adler,E.Bennett,V.Christensen,P.Tyedmers,and R.Watson,“The Future for Fisheries,”Science 21（2003）:1359–61.

[6] T.Lane and O.Flanagan,“Neuroexistentialism,Eudaimonics and Positive Illusions,”in Byron Kaldis,ed.,Mind and Society:Cognitive Science Meets the Philosophy of the Social Sciences,Synthese Library Series（New York:Springer,2012）.

[7] See S.Salerno,“Positively Misguided:The Myths and Mistakes of the

Positive Thinking Movement,”eSkeptic (April 2009) ;http://www.skeptic.com/eskeptic/09-04-15/#feature.See the response by M.R.Wald-man and A.Newburg,eSkeptic (May 27,2009) ,and Salerno’s reply:http://www.skeptic.com/eskeptic/09-05-27/.

第4章　道德背后的脑

在马尼托巴[1]严酷的冬季，即使小体型的猎物也会很长时间难觅踪迹。在契帕瓦族印第安人（the Chipewyan）的营地，孩子们因为饥饿正变得虚弱。年长的人都记得这样的光景，他们害怕饿死。一天拂晓，一个男人带着他年轻的妻子和襁褓中的孩子离开了，他们穿着雪鞋艰难地跋涉在长满成排桦树的山冈上。漫漫严冬，死亡不时地光顾，营地依旧没有收获任何猎物。慢慢地，白昼变长了。一天傍晚，年轻的妻子带着孩子独自回来了，他们面色红润，身体结实——比起她走时仍旧留在营地的那些人要健康和强壮。她的神色中透着警惕，但小心翼翼的眼神也藏不住秘密，人们都知道在离开营地的深冬数月中，他们是靠什么挺过来的。春天降临了，鹿也随春而至——它们虽然瘦弱，但也足以提供营地所需的食物了，上好的骨髓会补上人们失去的脂肪。妇人们都不去亲近年轻的妻子和她的孩子，慢慢地，她也变得无精打采，沉默寡言。他们知道，在夏日来临前，一定会有些事情发生。一个人若以人肉为食，那就表明他的灵被污染了；品食人肉，就会永世因饥饿而食人肉。契帕瓦族印第安人将其视为“变成温迪戈”（going Windigo）[2]。随着河冰消融，营地一直在观望和等待着，而年轻的妻子也越发超然。一天夜里，绚烂的北极光在天空飞舞，风停了，就在这时，一切都应验了，年轻的妻子沉默着蜷缩在地上，而一个年长者轻轻地用熊皮裹住她的头。紧接着，他静静地压着她的头直到她一动不动。不多一会，孩子也一动不动了。[3]

对于像我们这样生活在繁荣与丰裕中的人来说，这个故事会令我们的想象黯然失色。我们可以毫不费力地想象对婴儿无法抑制的爱和看到孩子因奶水枯竭而慢慢地饿死这番景象时所经历的难以承受的痛苦。哺

乳动物的双亲的确会为后代做出异乎寻常的牺牲。你是一个哺乳动物，你的哺乳动物的脑是以关心和照顾后代为核心建立起来的。但是为使你的孩子不至于被饿死，你会做出怎样的牺牲呢？禁食人肉是一种文化实践，对这种禁令，我迫切地想要知道，“年长者究竟是基于何种考虑决定要处死这个母亲的”。我注意到，对年长者这样做是不是错误的这一点我并不在意，尽管我完全清楚这种行为违背了我们文化的原则。

营地是一个不大的群体，大概二三十人。在这个故事中，年长者从过往的祖先和口耳相传的那些故事中汲取智慧，他们承袭了一种理解：食人肉以自存往往会扭曲一个人的自我概念，瓦解已经形成的抑制力量，并改变群体中所有的社会关系，增加危险的动荡与混乱的风险。要在严酷的环境中保证群体的生存就不能容忍危险的行为。在我看来，做出这样的禁令并不愚蠢或者毫无根据。我还真说不好这样的禁令是否实际上是错误的。

但为什么连婴儿也不放过呢？就像契帕瓦族印第安人一样，由于能够捕获的猎物很不确定，每一个冬季，极北之地的土著人都要为活下去使出浑身解数。在情况糟糕的时候，以这种方式来延缓被饿死的命运也就不是什么稀奇的想法了。就像所有的文化一样，通过“变成温迪戈”这样一个精致的虚构（compact myth），契帕瓦人传达了一个来之不易，但却有实际效用的社会洞见。一个温迪戈婴儿，失去了母亲，由好心的同族人抚养成长；但是，他的异乎寻常的生存经历不可避免地带给他阴暗的形象；他始终生活在一种艰难的社会处境中，没有任何出路。因此，当严冬肆虐，北地的人们通常会控制住他们族群中虚弱的人，而不会放任他们孤注一掷的求取生存。[4]

[1] 马尼托巴是加拿大中部的一个省。——译者注

[2] 温迪戈，生活在大西洋沿岸的美国与加拿大操阿尔冈京语的各族印

第安人，相信温迪戈是具有巨大精神力量的超自然存在，它邪恶，并以人为食。这种信念与北方严寒冬季的饥荒有关，其目的似乎是为了将同类相食作为一个禁忌加以强化。请参见http://en.wikipedia.org/wiki/Wendigo

[3] 这个故事取材于Joseph Boyden，The Three Day Road（New York：Penguin，2005）。

[4] 为了不让这个故事看起来与其他人类习俗格格不入，让我们看一下《圣经》中大卫的磨难的故事（《撒母耳记》下12：11-14）耶和华这样说："看哪，我必从你家中兴起祸患攻击你；我要在你的眼前把你的嫔妃拿去赐给别人。他要在光天化日之下与她们同床。你在暗中行了这事，我却要在所有以色列人面前，在光天化日之下行这事报应你。"大卫对拿单说："我得罪了耶和华。"拿单对大卫说："耶和华已经除去了你的罪，你必不至于死。只是因为你做了这事，使耶和华的仇敌大得亵渎的机会，所以你所生的儿子必定死。"（那孩子七天后就死了）（注：译文采用《圣经》新译本的译文。——译者注）

价值的源泉

价值并不像胃和腿这样的东西；它们存在于世界上的方式也与季节或潮汐存在于世界上的方式不同。但这并不是说它们就超越现世，而是说，它们存在于社会世界（social-worldly），我们凭其而生，也因之赴死。它们反映出我们如何感受和思考某些类型的社会行为。道德在世界中存在的方式与季节这种东西在世界中存在的方式不同。道德确然无疑地存在于你的社会生活中。它来自人们对勇气或仁慈的积极感受和对残忍或忽视孩子的消极感受。

自我保存和自我维持这两种价值的存在方式亦是如此，但它们根植在每一个动物的脑中。不难看出这是如何在生物界出现的。脑是由基因建造的。除非由基因建造的脑能够让动物回避危险，并寻获食物、水和配偶，否则动物就不会长期的存活，也不大可能繁殖后代。所以，要是建造脑的基因让你根本就不在乎你的福利（well-being），那么，那些基因也将会随着它们所建造的脑一道消亡。

一个积极关心自己如何活下去的动物则与此形成对照，它有更大的机会繁衍后代。随着它后代的生存与继续繁衍，这个动物的基因就会在随后的代际中扩散开来。所以说自然选择青睐某些以自我为导向的价值。不难理解，那些其基因建造的脑具有以自我为导向的价值的动物要比在这一点上自我忽视的动物更有胜算。

然而，道德价值却涉及牺牲自己来成全他者。人是如何获得了道德价值的呢？对后代、配偶、亲属以及朋友的关心在人这里又是如何出现的呢？关心自己看起来与关心他者相互冲突。我们会看到，在一个深刻的层次上，就像自我关心这种价值一样，道德价值也根植在你的脑中。

这样一种演化发展是如何出现的？基本的答案在于，你是哺乳动物，而哺乳动物拥有强大的脑网络，它可以将关心从自我扩展到他者：首先是扩展到后代，然后是配偶，然后是亲属，朋友，以至陌生人。但这样的网络打一开始是如何栖身在哺乳动物的脑中呢？它们怎么会受到演化的青睐呢？

哺乳动物之爱

哺乳动物脑的演化标志着我们将其与道德相联系的那种社会价值开始登场。（这种说法很可能也适用于鸟类，但很遗憾，出于简洁性的考虑，在此我将不涉及鸟类）哺乳动物脑的演化见证了一种繁衍后代的崭新策略的出现：胎儿在雌性温暖和充满养分的子宫中孕育。在爬行动物那里，情况就完全不是这样，爬行动物的后代在蛋中孕育，而蛋则被下在沙滩上，或者隐藏在洞中。当哺乳动物的后代出生以后，它们要靠母亲才能活下去。所以哺乳动物的脑就必须被建造来做一些前所未有的事情：以和我们照顾自己的近乎相同的方式照顾他者。所以，就像我保证自己的温暖、温饱与安全一样，我也要让我的孩子得到温暖、温饱与安全。

在7000多万年的进程中，关心自我的这一系统随着演化一点点的被修正，最终这一系统也拓展到幼崽。结果，要是幼崽因疼痛而尖叫，或者从巢穴中掉出去，由基因建造的脑亦会感到痛苦。当然，如果它们感到寒冷、孤单或饥饿，并因此而尖叫，幼崽也会感到痛苦。当哺乳动物与它们的幼崽待在一起，它们新出现的哺乳动物的脑会令它们感到快乐，而幼崽会因为依偎着母亲而感到欢乐。它们喜欢在一起，而厌恶分离。

好吧，这些都没错，可为什么哺乳动物会以这样的方式繁衍后代呢？早期的类哺乳动物的爬行动物[mammal-like reptiles，蜥型类（sauropsids）]的生存之道为哺乳动物孕育后代的全新方式做好了准备，这种生存之道有什么巨大的优势呢？答案或许与能量的来源——食物——有关。

最早的那些恰好是温血的蜥型类（恒温动物）具有极大的优势：它们可以在夜晚猎食，而此时它们的冷血竞争者则行动迟缓。蜥蜴和蛇要靠太阳来获取热量，并能迅速地移动。当温度下降，它们的运动就变得非常缓慢。哺乳动物的前身（pre-mammal）很可能尽情猎取爬行动物并大快朵颐，而这些行动迟缓的爬行动物所能做的就是等待着太阳再次降临，或者至少这些哺乳动物的前身可以搜寻猎物而无须害怕掠食的爬行动物。蜥型类也能够很好地设法挨过更冷的天气，这也就打开了新的摄食与繁衍的空间。

恒温需要大量的能量，所以相对于鱼类和爬行动物，温血动物必须摄入多得多的能量。一只哺乳动物或一只鸟所消耗的能量至少是一只蜥蜴所消耗能量的10倍。[1]如果你需要摄入许多热量以求生存，要是你有一个聪明和灵活的脑来适应新的状况，那会是很有帮助的。从生物学上来说，要应对生命中突然出现的那些偶然状况，能够学习的脑要比只是做出反射行为的脑更有效率。当脑能够学习，脑中的连线就必定会增加，这意味着基因组中必须要有这样的基因，它们的表达会使得蛋白质形成体现新信息的连线。将大量的事件组合起来远没有改变一个基因组那样复杂，因此用这样的方法建造的脑能够从一出生就知道怎样在诸多不同的环境中做出反应。[2]注意，用学习策略调整脑来服务于生存策略还意味着在出生的时候，后代所知道的并不多。哺乳动物的幼崽要依赖它的亲代。

所以，学习是变得聪明和增加生存机会的极好途径，而这就要求脑具有这样的回路，比起做出反射（例如眨眼反射）所需要的固定回路（hardwired circuitry）来说，这样的回路要能够在大得多的程度上对经验做出反应。尽管如此，一个扩展了的学习平台需要和现成就有的老的动机与驱动系统协调起来发挥作用。如果要变得聪明，它就需要数量

庞大的依赖经验的神经变化。你需要的是这样一种回路，它们可以让你对环境中的事件做出灵活的反应，让你记住特别的事件，做出概括，计划并在各种选项之间进行选择，让你智能地完成所有这些事情。皮层——一种特殊的神经结构——就提供了这些智力功能所需要的能力和灵活性。那么，什么是皮层呢？

皮层是在哺乳动物这里新出现的。它是一种高度组织起来的具有六层的细胞网络，它位于古老的组织反射行为的脑（reflex-organized brain）的上方，就像一床被子盖在引擎上（见图4-1）。蜥蜴也有一种网状覆盖物位于它们脑的深层结构上，但它只有三层，而且它也没有在哺乳动物的皮层中可以看到的高度规则的组织。位于皮层下的古老结构仍旧在哺乳动物的行为中发挥着重要的作用，但随着皮层的扩展和对行为控制的增长，这个古老结构对于行为的支配作用就开始减弱了。[3]前额叶皮层（PFC）的巨大扩展与行为的更为巨大的灵活性以及自我控制和解决问题这两个方面的更为巨大的能力相关联（见图4-2）。老鼠比蜥蜴聪明，猴子又比老鼠聪明。在我这里，聪明的意思是指它们能够解决问题，而且它们在认知上是灵活的。[4]

具有六层结构的皮层究竟是如何演化出来的这个问题基本上已经因为我们古远的历史而不可考了，[5]而且，糟糕的是，没有任何类爬行的哺乳动物（蜥型类）存活下来。尽管如此，对现存不同物种的脑的比较以及对脑由出生到成熟的发展过程的研究可以让我们了解很多东西。我们知道支持各种感觉功能的皮层区域在大小、复杂性以及反映特定哺乳动物的生活方式和生态小环境的连接组合上都不相同。例如，鼯鼠的视觉皮层非常大，而鸭嘴兽只有微小的视觉区，但却有一个很大的感觉（触觉）区。澳大利亚假吸血蝙蝠（ghost bat）是一种依赖精确回声定位捕食的夜行哺乳动物，相对来说，它的听觉区大，视觉区小，而与鸭

嘴兽比起来，它的感觉区就要小很多（图4-3）。[6]啮齿类动物的运动方式也很不相同，例如鼯鼠、游泳的海狸和会爬树的松鼠的运动方式就很不相同。这就意味着与熟练运动相联系的脑的各部分，包括运动皮层，之间也存在着组织差异。所有哺乳动物的额叶皮层都与运动功能有关。在额叶皮层的前部是前额叶皮层，这个区域与控制、社会性以及做决定有关。在所有这些皮层区与整个皮层下区域之间有着丰富的双向通路。

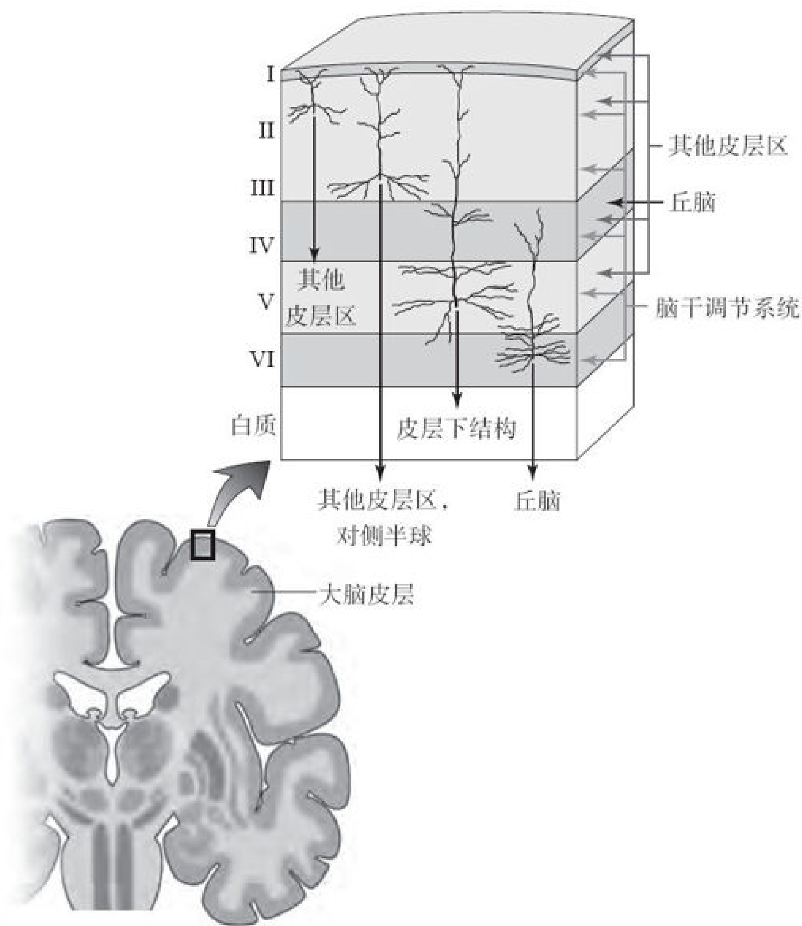


图4-1　从冠状截面（两耳之间脑的横切面）看去的人脑。外表层上的灰色边缘就是皮层（皮质覆盖物）。白质与灰质的差异取决于是否有

髓磷脂，髓磷脂由富含脂肪的细胞构成，它们包裹着神经元的轴突，由此形成的绝缘体使得信号的传递可以更快。灰质缺少髓磷脂，其主要是由神经元的细胞体和树突构成的。在皮层下面也能看到其他的灰质结构。此处的剖面图展示了皮层的层状组织和高度规则的结构。在这里没有展示出的是神经元的密度：在1立方毫米的皮层组织中大约有2万个神经元，神经元之间有大约10亿个突触连接和大约4000米长的神经元连线

Adapted from A.D.Craig,“Pain Mechanisms:Labeled Lines Versus Convergence in CentralProcessing,”Annual Review of Neuroscience 26(2003):1–30.©Annual Reviews,inc.Withpermission.Originally printed in churchland,Patricia S.Braintrust.Princeton university Press.reprinted by permission of Princeton university Press.

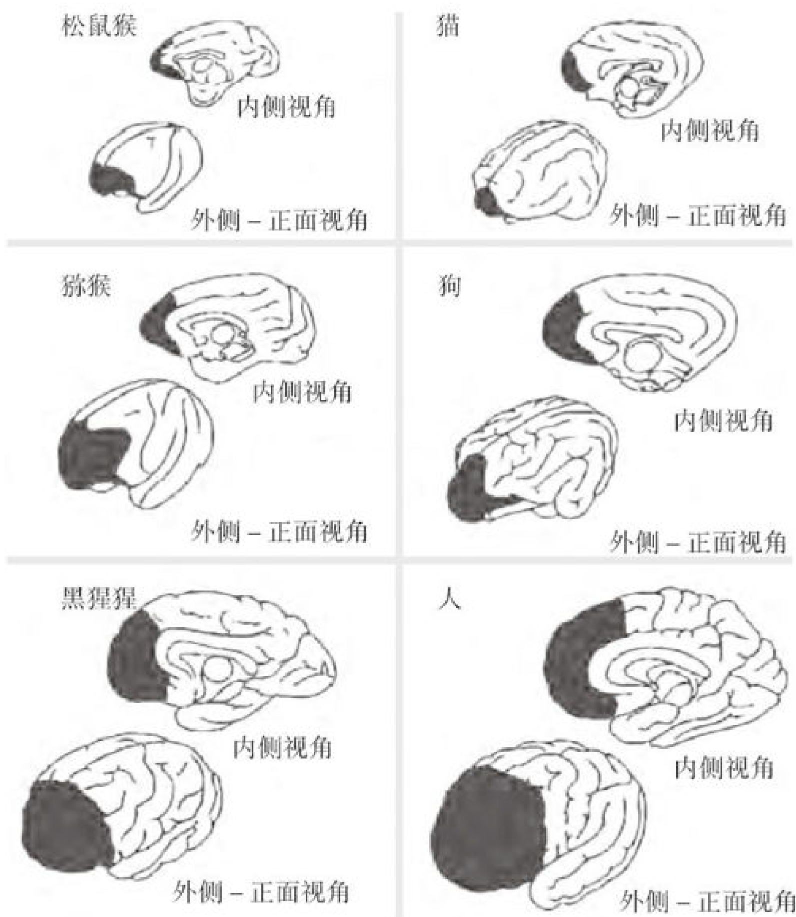


图4-2　深色区域对应于所示的六个物种中每一个物种的前额叶。从两个视角显示：外侧–正面（就好像从侧面和正面看）和内侧（所以就从脑半区的内侧看到前额叶的范围）。并未按各物种脑的比例绘制

Not to scale.Reprinted from Joaquin Fuster,The Prefrontal Cortex,4th ed.(Amsterdam:Academic Press/Elsevier,2008).With permission from Elsevier.

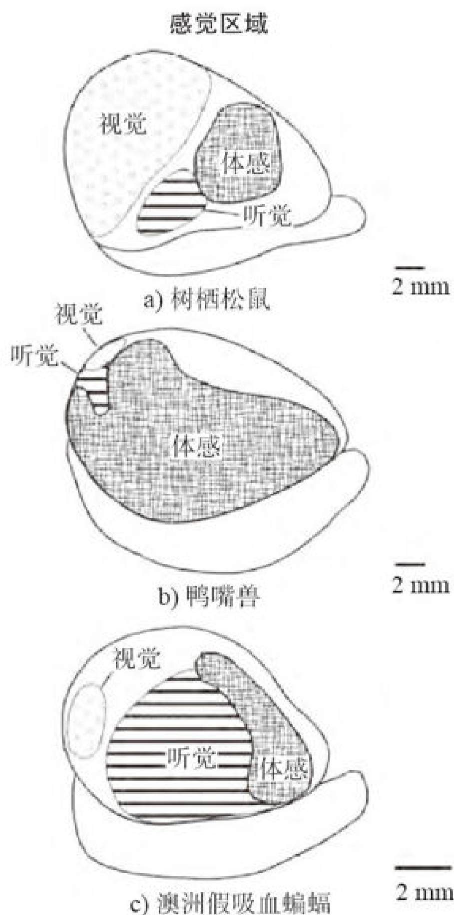


图4-3　在三种不同哺乳动物的新皮层中感觉区域的大小，这三种不同的哺乳动物有着不同的感觉特化（specializations）。在图中，用不同的阴影表示感觉区，或者表示专门处理来自特定感觉系统的输入的皮层大小。在图中，som指的是感觉（触摸、温度、压力）皮层，vis指的是视觉皮层，aud指的是听觉皮层。a所示是树栖松鼠，它是视觉高度发展的啮齿动物，新皮层中大部分专门负责视觉系统。b所示是鸭嘴兽，它有极为发达的，包含着密致的机械感觉与电感觉受体的喙。鸭嘴兽用它的喙做大多数的活动，包括在水中前进，捕猎，逃避掠食者，以及交配。这种哺乳动物新皮层中的大部分专门负责感觉系统。c所示是澳大利亚假吸血蝙蝠，它是一种依靠回声定位的哺乳动物，其绝大多数生死

攸关的行为都依赖于它的听觉系统。因此，它的新皮层中绝大部分负责听觉系统也就不奇怪了

Adapted from Leah Krubitzer and Jon Kaas,“The Evolution of the Neocortex in Mam-mals:How Is Phenotypic Diversity Generated?”Current Opinion in Neurobiology 15(2005):444–53.With permission from elsevier.

脑是消耗能量的大户，有一个更大的脑就意味着需要更多的卡路里来维系它的运转。更有甚者，那些尚不能自立的哺乳动物幼崽食量惊人，这是因为在出生时尚不成熟，它们的脑和身体需要强劲地生长。所以，平均来看，哺乳动物必定要比爬行动物吃得多。如果你需要吸收许多高质量的蛋白质，那么聪明是一个优势。

如果你要冒险进入新的地域去寻找新的资源或者随季节的变换可能要在不同的地域之间迁徙，那么聪明同样是一个优势。由于哺乳动物摄入的比爬行动物更多，固定的领域就只能养活更少的哺乳动物。一块不大的地方就足以养活几十只蜥蜴，但同样大的一块地方能养活的松鼠就会少一些，而能养活的山猫就更少了。

结果，为保证恒温而消耗大量卡路里的一个影响就关乎繁殖策略：仅仅生育几个后代并确保它们存活的哺乳动物比起像海龟这样的动物来说就表现得更好，后者任由它们的后代听天由命。

所以，我们最终看到了什么呢？那些吃得很多，其子代最终在母亲的子宫中孕育的温血动物会吮吸母亲的乳汁。温血动物的子代在出生时是无助的，它们的脑还不成熟，但随着对这个世界的了解，脑会迅速地发育。它们在母亲，也许还有父亲的哺育下成熟起来。哺育提出了一个问题：如果海龟妈妈并不哺育它的后代，那么是脑中的什么驱使着哺乳

动物的母亲照顾自己的后代呢？一定有什么不同的东西。哺乳动物的母亲与它们的幼崽关系密切，而海龟却对后代不管不顾。哺乳动物的母亲冒着巨大的危险照顾自己的后代，而响尾蛇的母亲则不会“多此一举”。

哺乳动物的幼崽在出生时是无助的，它们必须要依靠喂养与保护才能存活。哺乳动物的母亲为什么要如此大费周折来喂养和照顾它们的孩子呢？在对哺乳动物照顾其他个体的解释中有两个中心的角色，即两种简单的缩氨酸：催产素（oxytocin）和血管加压素（vasopressin）。下丘脑是调节许多基本生命功能——诸如饥饿、口渴、性行为——的皮层下结构。（下丘脑位于丘脑下方——因此称之为“下”——而丘脑在皮层下方）。这一邻近区域的所有东西都属于皮层下结构。哺乳动物的下丘脑也分泌催产素，它会启动大量的事件，这会使母亲感到与它的后代的强有力的联系。下丘脑还分泌血管加压素，它会启动大量不同的事件，这会使母亲保护它的后代，例如保护它们远离掠食者。母亲关爱自己的幼崽，如果它们受到威胁，它会感到痛苦。[7]

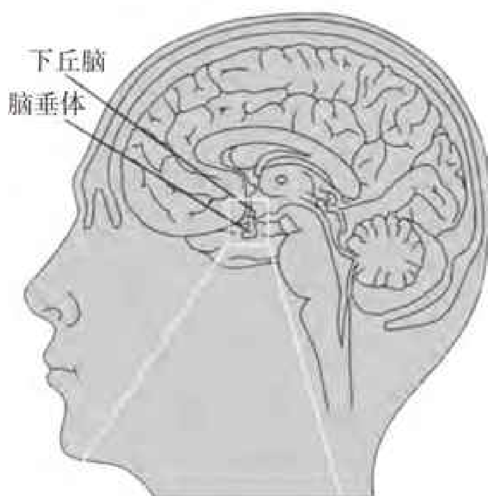
如果你感到与孩子之间的联系，你会对他们有强烈的担忧并关心它们。你想要和他们在一起，当他们与你分开你会感到不自在。在爬行动物和前哺乳动物那里，痛苦与快乐是有效的驱动力，而对哺乳动物来说它们仍旧是行为的强有力的驱动因素，它们将在哺乳动物这里造成新的行为，例如来自亲代的照顾。[8]

催产素和血管加压素的线索可以回溯到大约5亿年前，那时距哺乳动物在地球上出现还很古远。这些缩氨酸在哺乳动物那里发挥了什么作用。它们在体液调节和繁殖过程，例如产卵、射精和刺激产卵，这两方面发挥着各种作用。在雄性哺乳动物那里，催产素仍旧在睾丸中分泌，仍旧有助于射精；而在雌性那里它则在卵巢中分泌，在排卵（卵细胞）中发挥作用。在哺乳动物的身体和脑这两个方面催产素和血管加压素的

作用都得到拓展和修改，与此一道的还有下丘脑中的连线变化，这个变化的作用在于执行分娩后亲代的行为。发生的这些变化都隶属于这样一个网络，这个网络的形成确保了在需要依靠的后代能够自力更生以前得到照料。在生物的进化中，为了新的目的而在现存机制上发生的这种修正是一种很常见的模式。[9]

简单来说，下面就是联系与纽带发挥作用的方式：胚胎与胎盘中的基因会制造释放进母体血液中的激素（例如，黄体酮、催乳激素和雌性激素），这造成在母体下丘脑神经元中的催产素被隔离起来（见图4-4）。在婴儿将要出生之前，黄体酮水平迅速下降，下丘脑中催产素受体的密度上升，一股催产素的洪流从下丘脑中释放出来。

然而脑并不是催产素唯一的目标，催产素也在生育时释放进母体的身体里，促进宫缩以助于分娩。在哺乳期间，催产素释放进母体和婴儿的脑中。在典型的背景神经回路和典型的其他稳定的神经化学物质搭配的情况下，催产素会促进母亲与婴儿以及婴儿与母亲的联系。低头看着吮吸你乳汁的孩子，你会沉浸在浓浓的爱意和保护他的欲望中。你的孩子回望你，联系在这之中就加深了。[10]



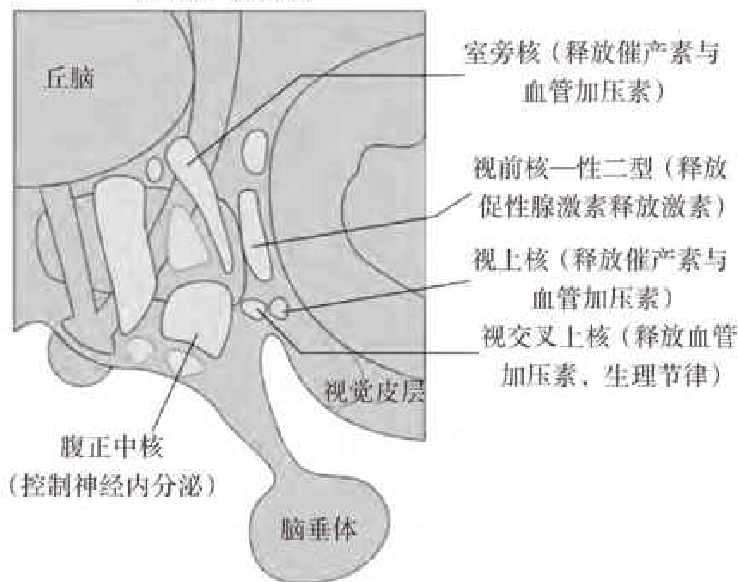


图4-4　尽管与皮层和丘脑比较起来下丘脑不大，但它包含着许多对调节自我维持和繁殖来说至关重要的区域（核）。它也与松果腺和激素的释放密切相关。此处的图示是高度简化的，仅仅展示了涉及性行为与养育行为的主要区域。没有具名的是与体温调节、喘息、出汗、颤抖、

饥饿、口渴、饱足以及血压有关的区域。Modified from a Motifolio template[11]

身体的疼痛是“保护我自己”的信号，这些信号会导向由自我保护回路组织起来的正确行为。在哺乳动物那里，疼痛系统得到了拓展和修正；既要保护自己也要保护自己的孩子。除了确认这种疼痛和定位疼痛刺激发生在哪里的神经通路之外，也有负责情绪痛苦的神经通路。这种痛苦涉及被称作扣带回（cingulate）的一部分皮层（见图4-5）。所以当孩子悲伤地哭泣，母亲的情绪痛苦系统就会做出反应。她会感觉很糟糕，并做出安抚的行为。另一个被称作脑岛（insula）的区域则监视着身体的生理状态（脑岛是一个精致的监视我正在如何做的区域）。当你被温柔和充满爱意地抚摸时，这个区域会发出“情绪上安全”的信号（当下做得很棒）。当你的孩子安全而满足的时候，同样也会发出“情绪上安全”的信号。当然，你的孩子对温柔的爱抚会做出同样的回应：啊……，一切都不错，我很安全，食物也有保障。表示安全的信号会抑制表示警惕的信号，这就是为什么表示安全的信号会令人感觉惬意。当焦虑与恐惧被平复下去，才可能获得幸福。

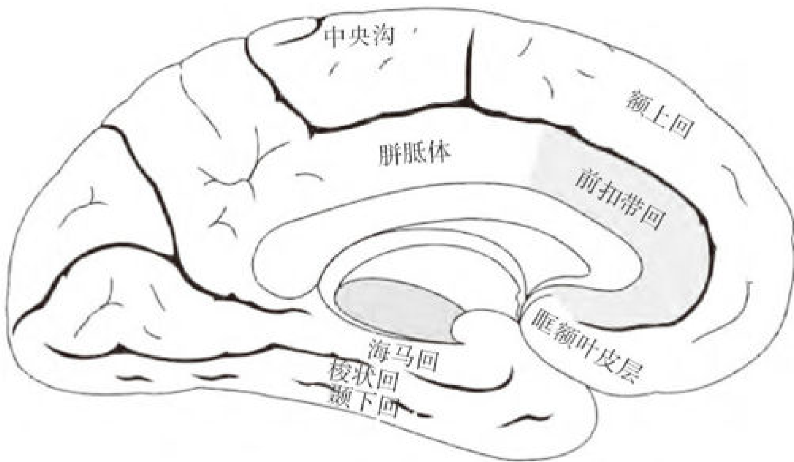


图4-5　从内侧视角看去的人脑概要图（看起来一侧脑被分离出去了），

可以看到扣带皮层的位置，它包裹着胼胝体（corpus callosum），胼胝体是由神经元构成的巨大片状物，连接着两个大脑半区。脑回像山丘，而脑沟像深谷。图中还显示了前额叶的一些主要的细分部分

Adapted from Gray’s Anatomy,public domain.Originally printed in Churchland,Patricia S.Braintrust.Princeton University Press.Reprinted by permission of Princeton University Press.

母性行为的表达还依赖于内源性阿片肽——通常这种令人惊讶的物质是通过我们自身的神经系统合成的，而它们产生的作用也能够通过从植物中提取的药物，例如鸦片，来模拟。这意味着在哺乳和其他育婴行为中，阿片肽会抑制你的焦虑，使你感到开心。这并不是一种过头的，而是一种舒服、安全和满足的感受。通过实验阻止受体接受内源性阿片肽，我们就可以知道这一点。如果你这样做，就会阻止母性行为，可以在动物身上观察到这种影响，例如在老鼠、绵羊和恒河猴身上。[12]

如果巢穴面临危险，带着幼崽的母狐狸会忧心忡忡，当幼崽被从身边带走，或发出尖利的叫声，也会有这样的效果。在这种状态下，恐惧、焦虑、兴奋以及压力激素的增长都开始起作用。它的血管加压素的水平确保了在保护幼崽的过程中它有旺盛的体力。当危险解除，幼崽又回到母亲身边，内源性阿片肽会产生一种奖励性的安全感。如果一个哺乳动物的母亲成功地保护了幼崽的安全并使其感到满足，那么内源性阿片肽就会释放，既会释放进感到满足的幼崽的脑部，也会释放进放松下来的母亲的脑部。

虽说有些哺乳动物，比如狨猴和伶猴，双亲都会参与抚育后代，但在许多物种那里，例如麋鹿、北极熊、灰熊和狐狸，父亲对抚育后代没有兴趣，他们也没有表现出母亲与幼崽的那种联系。而且就像我们将会

看到的，取决于一个物种所处的生态小环境以及这个物种如何谋生，在调节亲代行为的基本回路上有着许多变化。例如，绵羊拒绝为任何不是它自己的小羊（可以通过气味辨别）哺乳，但猪和狗会经常为与自己没有血缘关系（non-kin）的幼崽甚至其他物种的幼崽哺乳。

将啮齿类动物的幼崽与它们的母亲分开（在出生后头两个星期，每天三小时），对这一情况所造成的影响的研究揭示出催产素和血管加压素的合成是依赖于经验变化的，还揭示出催产素和血管加压素所在的具体脑区也会发生变化。从行为上说，与母亲分开的幼崽表现出高度的攻击性与焦虑。虽说这一点在某些方面仍旧没有完全获得理解，但老鼠的脑与行为却由于处在一种被剥夺的社会环境中而改变了。[13]

在这里，我们就进入了与价值有关的故事。任何只要有价值的东西以及任何只要提供激励的东西最终都依靠那些古老的对生存和福祉有用的神经组织。随着哺乳动物的进化，基本的旨在关心自己的那些神经组织得到了修正以便将生存和福祉的基本价值拓展到经过选择的其他动物那里——拓展到我和我的圈子。这个关心可以拓展到配偶、亲族以及朋友，具体则视物种所承受的进化压力而定。社会性动物，那些生活在群体中的动物，的确倾向于在除了它们自己的后代之外还对其他动物表现出亲近的关系和关心的行为。它们喜欢聚在一起，如果被排斥就会感到痛苦。究竟谁会进入被关心的圈子则总是取决于具体的物种以及那个物种的脑是如何进化以使得其中的动物能够生存并将它的基因传递下去的。

为了更有效地抵御狮子，狒狒成群地生活在一起。狒狒的社会是母系社会，群体中的母亲和它们的女儿形成了母系等级。群体中的每一个成员都知道母系的等级排位，也知道在特定的母系中谁排在什么位置。在母系之内关系强固，而在母系之外关系就弱化了。黑猩猩的社会则非

常不同，年轻的雌性黑猩猩会离开群体另觅新家，而雄性则大部分都彼此有联系并形成紧密的纽带。在狼群中，只有唯一的繁殖对（breeding pair），而在逆戟鲸和海豹群中，每一个成年的成员都能繁殖。成为一个社会性哺乳动物有许多不同但都极为成功的方式。

接下来要看到关心不再限于自己的后代：关心所涉及的圈子不断扩展，这是人类和许多其他哺乳动物的特征，这种扩展超出了个体和它的后代，包括了我的配偶、我的亲族和我的朋友（affiliates），这种扩展是我和我的圈子的扩展。它意味着你所关心的个体的范围更为广泛，由此带来的结果是这些被珍视的个体可以得到帮助、保护、安慰和温暖，而这要视具体的状况提出了什么要求，而什么要求又能够得到满足而定。对其他个体的不幸感到痛苦和想要去给予关心似乎会缩小社会距离。大体说来，关心后代的动力比起关心朋友的动力要更强烈，关心朋友又要比关心陌生人强烈，关心配偶又要比关心朋友强烈等。熟悉感、血缘关系以及群体性（kithship）是在考虑关系的强度时典型的重要因素。当然，也还是有例外，因为在生物学中，几乎没有任何东西是一成不变的。有些人对于陌生人就是要比对自己的家人更加的慷慨。

如果脑的母性化（maternalization）意味着通过下丘脑的各种机制将关心拓展到后代，那么将关心拓展到配偶和其他个体又是通过什么机制呢？说到这个，最鲜活的例子是草原野鼠（microtus ochrogaster），它们倾向于和配偶一起生活。野鼠是短尾巴、胖嘟嘟的小啮齿类动物，它们有许多种。野鼠之间的纽带意味着配偶更钟情于彼此而不是其他野鼠，当它们被分开的时候就会表现出紧张。在草原野鼠那里，第一次交配之后就会形成永久的纽带。雄性草原野鼠还会保卫巢穴，参与抚育幼崽。事实证明配偶之间的纽带并不意味着在性方面完全的排他性，虽说存在着偶然的“越轨”，但配偶仍旧是配偶。它们出双入对，更喜欢彼此

的陪伴而不是与其他草原野鼠在一起。

相比之下，山区野鼠就没有展现出类似的社会行为，雄性山区野鼠并不保卫巢穴或抚育后代。它们并没有社会性，不喜欢黏在一起或者彼此出双入对。山区野鼠由母亲来抚育后代，但它们花在这上面的时间要比草原野鼠的短。

由于这两个物种除了它们的社会行为之外是如此相似，研究草原野鼠社会性的神经科学家苏·卡特尔（Sue Carter）就想搞清楚这样一个问题：草原野鼠和山区野鼠的脑有什么不同？在寻找答案的过程中卡特尔碰到了不可避免的死胡同，但仍旧精心地设计实验来揭示答案。结果表明差异并不在于整个新的大块组织（并不在于宏观结构），相反，差异在于微观结构，这些差异可以说是精微的差异，主要与催产素、血管加压素以及神经元膜上的特别的受体有关，这些受体会结合这些激素，因此影响神经元的活动。

在奖励系统的一个非常特别的区域（伏核，nucleus accumbens），草原野鼠有着密度更高的催产素受体，这与山区野鼠不同。而在奖励系统的另一个非常特别的区域（腹侧苍白球，ventral pallidum），草原野鼠有着密度更高的血管加压素受体。还要注意到雌性的催产素要比雄性更为丰富，而血管加压素则相反。血管加压素及其受体似乎尤其与雄性行为有关，例如反击巢穴入侵者和照顾幼崽。

受体密度的差异是主要的回路层次（circuit-level）上的差异，这个差异解释了草原野鼠在第一次交配之后形成的长期的配偶关系，尽管毋庸置疑还有其他的因素也发挥了作用。例如，在交配以后，配偶需要能够将彼此作为那个个体来识别。识别要求学习，而这是由神经递质多巴胺主导的。所以如果你阻止受体结合多巴胺，草原野鼠就记不住它们是

和谁交配，这样与特定配偶的紧密纽带就不会出现。

虽说强烈的配偶偏好在鸟类中是司空见惯的，但对哺乳动物这却并不常见。在哺乳动物中，只有大约3%会表现出配偶之间的联系，包括草原野鼠、松田鼠、加利福尼亚鹿鼠、海狸、伶猴以及狨猴。[14]对于这些哺乳动物，关心和爱护不仅扩展到后代，而且扩展到配偶：它们宁愿与自己的配偶在一起也不愿和其他成年同类在一起，而雄性则很典型地会帮助抚养后代，保卫巢穴。当它们被分开，会显得焦虑，而当又重新聚首，它们会放松下来。在草原野鼠和狨猴那里，联系甚至扩展到成熟的后代，但在家鼠那里就不是这种情况。如下的这样一个事实也有必要注意：这些成熟的独立的后代可以帮助它们的父母喂养和照料下一窝小草原野鼠，这就是代养（alloparenting）[15]。

当你感到恐惧或痛苦，当你感到爱意或满足，造成这些情绪的主要脑结构位于边缘系统（the limbic system）内，边缘系统包括扣带皮层和下丘脑（图4-5）。边缘系统也是催产素和血管加压素发挥作用的舞台。在你关心其他人的时候，催产素和血管加压素究竟如何发挥作用呢？恰当的回答要包含所有相关回路的细节以及在这些回路中神经元是如何工作的。遗憾的是这些细节尚不为人知。我们已经知道的就是催产素会调低杏仁核（amygdala）中神经元的活动水平，杏仁核是负责恐惧反应和回避性学习的脑结构。正像我们提到的，催产素是一种安全信号："在我的社会范围内一切都很好"。[16]但就像有时人们所认为的那样，催产素是爱的分子或拥抱分子吗？答案是否定的。对催产素所做的认真的研究揭示出它的活动以及为社会联系打基础的那些回路有多么复杂。[17]早先的一些主张将催产素受体（OXTR）基因的差异与社会偏好联系起来，但这一主张并没有获得证实，[18]还有一些不同寻常的主张是关于爱的强度与催产素的血液水平的，这些主张太过惊人以至让实验

程序都越发受到质疑。小心谨慎还是必要的。

当动物面对危险处于高度警惕的状态时，当它们准备应战或逃跑时，压力激素的水平会上升，而催产素水平会下降。在威胁过去以后以及你和朋友在一起，拥抱畅谈的时候，压力激素会下降而催产素水平会激涨。这样一来，不仅依赖杏仁核的恐惧反应会平静下来，就连脑干也会从应战与逃跑准备模式转换到休息与消化模式（rest-and digest）。

在所有的社会性动物那里，回避与隔离都是惩罚的形式。这基本上是因为在回避中，催产素水平下降，而压力激素水平上升。相反，包容和接触是快乐与放松的源泉。我们知道皮层的脑岛区监视着身体的生理状态，它也有助于创造"情绪上安全"的感受。

为了不让人们产生某个东西是好的，因此越多就越好的念头，下面这种情况就是一个警示。如果你将额外的催产素注射入愉快的有配偶的雌性草原野鼠体内，它的配偶联系实际上不升反降了，它的配偶模式倒有可能变成混杂的。更有甚者，将一剂催产素注射进雌性处于青春期的草原野鼠脑部就有可能造成野鼠排卵，并开始为交配做准备。我们并不确定这会在人类女性上造成什么，但不要忘记催产素是一种极为强有力的激素。所以对向一些特定对象大量提供催产素鼻喷剂的操之过急的想法要三思。金发姑娘效应（Goldilocks effect）[19]在生物学中比比皆是：过犹不及，应当要恰到好处。平衡这个亚里士多德的金科玉律是生物福祉的关键。[20]

[1] See Chapter 8,"Hot Blood,"in Nick Lane's brilliant book Life Ascending:The Ten Great Inventions of Evolution（New York:W.W.Norton,2009）,211.

[2] S.R.Quartz and T.J.Sejnowski,"The Constructivist Brain,"Trends in

Cognitive Sciences 3（1999）:48–57;S.R.Quartz and T.J.Sejnowski,Liars,Lovers and Heroes（New York:Morrow,2003）.

[3] T.W.Robbins and A.F.T.Arnsten,“The Neuropsychopharmacol-ogy of Fronto-Executive Function:Monoaminergic Modulation,”Annual Review of Neuroscience 32,no.1（2009）:267–87.

[4] S.J.Karlen and L.Krubitzer,“The Evolution of the Neocortex in Mammals:Intrinsic and Extrinsic Contributions to the Cortical Phenotype,”Novartis Foundation Symposium 270（2006）:146–59;discussion 159–69.

[5] See L.Krubitzer,“The Magnificent Compromise:Cortical Field Evolution in Mammals,”Neuron 2（2007）:201–8;also see L.Krubitzer,K.L.Campi,and D.F.Cooke,“All Rodents Are Not the Same:A Modern Synthesis of Cortical Organization,”Brain,Behavior and Evolution 78,no.1（2011）:51–93.

[6] L.Krubitzer and J.Kaas,“The Evolution of the Neocortex in Mammals:How Is Phenotypic Diversity Generated?”Current Opinion in Neurobiology 15,no.4（2005）:444–53.

[7] Y.Cheng,C.Chen,C.P.Lin,,K.H.Chou,and J.Decety,“Love Hurts:An fMRI Study,”NeuroImage 51（2010）:923–29.

[8] Stephen W.Porges and C.Sue Carter,“Neurobiology and Evolu-tion:Mechanisms,Mediators,and Adaptive Consequences of Caregiving,”in Moving Beyond Self-Interest:Perspectives from Evolutionary Biology,Neuroscience,and the Social Sciences,ed.S.L.Brown,R.M.Brown,and L.A.Penner（New York:Oxford University Press,2011.）;see also E.B.Keverne,“Genomic Imprinting and the Evolution of Sex Differences in Mammalian Reproductive

Strategies,"Advances in Genetics 59（2007）:217–43.

[9] C.S.Carter,A.J.Grippo,H.Pournajafi-Nazarloo,M.Ruscio,and S.W.Porges,"Oxytocin,Vasopressin,and Sociality,"in Progress in Brain Research 170,ed.Inga D.Neumann and Rainer Landgraf（New York:Elsevier,2008）,331–36;L.Young and B.Alexander,The Chemistry Between Us:Love,Sex and the Science of Attraction（New York:Current Hardcover,2012）.

[10] K.D.Broad,J.P.Curley,and E.B.Keverne,"Mother-Infant Bonding and the Evolution of Mammalian Social Relationships,"Philosophical Transactions of the Royal Society B:Biological Sciences 361,no.1476（2006）:2199–214.

[11] Motifolio是一家专门提供制作生物医学PPT工具的机构。——译者注

[12] F.L.Martel,C.M.Nevison,F.D.Rayment,M.J.Simpson,and E.B.Keverne,"Opioid Receptor Reduces Affect and Social Grooming in Rhesus Monkeys,"Psychoneuroendocrinology 18（1993）:307–21;E.B.Keverne and J.P.Curley,"Vasopressin,Oxytocin and Social Behaviour,"Current Opinion in Neurobiology 14（2004）:777–83.

[13] The changes are complex,and my brief summary is simplified.See the review by A.Veenema,"Toward Understanding How Early-Life Social Experiences Alter Oxytocin-and Vasopressin-Regulated Social Behaviors,"Hormones and Behavior 61,no.3（2012）:304–12.

[14] Stephen W.Porges and C.Sue Carter,"Neurobiology and Evolution:Mechanisms,Mediators,and Adaptive Consequences of Caregiving,"in Moving Beyond Self-Interest:Perspectives from Evolutionary Biology,Neuroscience,and the Social

Sciences,ed.S.L.Brown,R.M.Brown,and L.A.Penner（New York:Oxford University Press,2011.）;see also E.B.Keverne,“Genomic Imprinting and the Evolution of Sex Differences in Mammalian Reproductive Strategies,”Advances in Genetics 59（2007）:217–43.

[15] Alloparenting，也就是代养。在生物学、社会学以及生物人类学中，代养指的就是由亲代之外的个体扮演养育角色的抚养系统，参见维基百科alloaparenting词条。——译者注

[16] Jaak Panksepp，“Feeling the Pain of Social Loss，”Science 302，no.5643（2003）：237–39.然而要注意，如果鳄鱼幼崽发出尖叫，鳄鱼就会保护巢穴。下孔类或类爬行哺乳动物被认为是大约3.15亿年前从蜥形类（爬行类）分支出来的。人们对哺乳动物的进化所知甚少，因为哺乳动物是唯一存活下来的下孔类，所有其他的中间物种都已经灭绝了。

[17] P.S.Churchland and P.Winkielman，“Modulating Social Behavior with Oxytocin：How Does It Work?What Does It Do?”Hormones and Behavior61（2012）：392–99.一篇非常新近的论文注意到了催产素在不同物种的脑中活动的不同方式，请参见James L.Goodson.“Deconstructing Sociality，Social Evolution，and Relevant Nonapeptide Functions.”Psychoneuroendocrinology.（2013）online www.elsevier.com/locate/psychoneunen.Goodson要说的是草原田鼠的例子虽然引人入胜，但它或许可以也或许不能作为人的社会行为的模式。我们需要对人有更多的了解。也请参见http：//neurocritic.blogspot.com/2012/07/paul-zak-oxytocin-skeptic.html.

[18] C.L.Apicella,D.Cesarini,M.Johanneson,C.T.Dawes,P.Lichtenstein,B.Wallace,J.Beauchamp,and L.Westberg,“No Association Between Oxytocin Receptor（OXTR）Gene Polymorphisms and

Experi-mentally Elicited Social Preferences,”PlosOne 5,no.6（2010）:e11153.

[19] 在童话《金发姑娘和三只熊》里，迷路的金发姑娘未经允许就进入了熊的房子，她尝了三个碗里的粥，试了三把椅子，又在三张床上躺了躺，最后决定小碗里的粥最可口，小椅子坐着最舒服，小床上躺着最惬意，因为那是最适合她的，不大不小刚刚好。以“刚刚好”为原则行动就叫“金发姑娘原则”（Goldilocks principle）。按照这一原则行事产生的效应就称为“金发姑娘效应”。——译者注

[20] Jay Schulkin,Adaptation and Well-Being:Social Allostasis（Cambridge,UK:Cambridge University Press,2011）.

人类是一夫一妻制的吗

人的配偶联系是怎样的呢？就其本性来说，我们像草原野鼠一样吗？答案似乎是人在配偶安排上要更灵活。强有力的联系的确是常见的，但按照人类学家的研究，有大约83%的社会接受一夫多妻制的婚姻模式。[1]虽说一夫多妻制被允许，但基于各种状况，绝大多数男性的财力有限，只可能负担起一个妻子。[2]结果一妻制就实际上盛行了起来，尽管更富有的男性可以有不止一个妻子。在各个历史时代，都不乏文献记载着富有的男性与一个特定的女性保持着特殊的、长期的联系，但同时他们也占有者各种其他女子，也许还会和她们生儿育女。所以，即使在地方风俗允许一夫多妻制的情况下，我们也不能就人类配偶的联系做出什么推论。在另外17%的社会中，无论是近代还是古代（例如古希腊和古罗马）历来都是一夫一妻制的。

对婚姻实践因文化而变化的解释大概主要取决于生态与文化状况上的变化，尤其是取决于存在这要被继承的财富，以及在对财产以及其他形式的财富的可继承性上是否存在着惯例。

进化生物学家[3]基于历史的和人种志的资料提出了如下的观点：当有多个妻子，每个妻子又有孩子，因此就有多个继承人的时候，将资源分配到所有的继承人会造成资源的损耗。例如，作为遗产的土地会变得越来越小，不足以养活依靠土地的家庭。男性可以选择一个特定的妻子让她的孩子继承全部的财产，但这容易造成后代之间令人不愉快的竞争，因此通常不是一个稳定的解决之道。在这些考虑之下，增加一个人自己后代的福祉的更为稳定的策略就是只娶一个妻子，确保父亲与后代的关系，并着力只在她的孩子的福利上投资。

随着农业在亚欧地区的普及，随着土地和牲畜成为可以留给继承人的重要的财富来源，一夫一妻制似乎就开始在这一地区出现了。[4]一旦某种实践成为标准，一旦人们尝到了甜头并回避了麻烦，一旦社会的支持与反对强化了这些实践，人们就会觉得这些实践反映了事物发展的唯一正确的方式。我们的关于什么是正确的直觉是被占据优势的惯例强有力地塑造而成的。

[1] George P.Murdock and Suzanne F.Wilson,“Settlement Patterns and Community Organization:Cross-Cultural Codes 3,”Ethnology 11（1972）:254–95.

[2] George P.Murdock and Suzanne F.Wilson,“Settlement Patterns and Community Organization:Cross-Cultural Codes 3,”Ethnology 11（1972）:254–95.Frans Boas（1888/1964,p.171）writes that among the Eskimo he observed,monogamy was much more frequent than polygyny.For genetic evidence of prehistoric polygyny,see I.Dupanloup,L.Pereira,G.Bertorelle,F.Calafell,M.J.Prata,A.Amorim,and G.Barbujani,“A Recent Shift from Polygyny to Monogamy in Humans Is Suggested by the Analysis of Worldwide Y-Chromosome Diversity,”Journal of Molecular Evolution 57,no.1（2003）:85–97.

[3] L.Fortunato and M.Archetti,“Evolution of Monogamous Mar-riage by Maximization of Inclusive Fitness,”Journal of Evolutionary Biology 23,no.1（2010）:149–56.

[4] L.Fortunato and M.Archetti,“Evolution of Monogamous Mar-riage by Maximization of Inclusive Fitness,”Journal of Evolutionary Biology 23,no.1（2010）:149–56.

道德从何处开始

关于催产素和血管加压素如何在脑中运作，并由此为社会性以及因此也就是为道德造就了一个平台这一点，上面所说到的只能算作一个非常简短的概览。我们是如何从一个关心其他存在的一般倾向进入特定的道德行动，例如讲真话、尊重其他人的财产，以及信守承诺？我们是如何从关心家庭进入更为广泛的拓宽到群体的价值，例如诚实、忠诚以及勇气。答案在于两个相互交织的方面：孩提时的学习和每个人都要解决问题。

在像人、狐猴和狒狒这样的群居动物那里，了解本地的惯例和每个个体的性格特征，知道谁和谁有关系，避免去败坏一个人的名声会越发变得重要。[1]学习，尤其是通过模仿来学习，是哺乳动物的绝技，这可以增进它们的灵活性，提高它们的技能。你的脑的组织方式让你享受陪伴，并感受到被社会排斥所带来的痛苦；让你在你的孩子受伤或你的伴侣受到攻击的时候感到难过。如果你的脑的组织方式与一只龟类似，那你虽然只身一人，但也完全会不以为意。你不会去关心你身边的龟是否又被炖了汤了，或者龟宝宝是否被海鸥吃了去。

但是既然你有一个哺乳动物的脑，你就关心这一切。人脑，就像狒狒和狼的脑一样，既有能力学习与物理世界打交道，也有能力学习参与社会世界。你能够学习如何避免动不动发脾气的叔叔，如何缓和自己想要出手的冲动，如何妥协，如何在冲突之后弥合关系。你学习如何言归于好，何时该隐忍。你学习信守诺言，讲真话。你得到了做某事的许可，不做又会被反对。你学习何时要反击，何时又要按兵不动；何时该出手相救，何时又最好作壁上观。学习这些事情之所以是可能的是因为你的脑是社会性的脑。你的价值之所以是如此这般的是因为你的脑是如

此这般的。[2]

在你还是婴儿的时候，你就开始学习和爸爸妈妈、兄弟姐妹交流，并从他们的陪伴中获得快乐。随着你长大，你自然就会采用他们的社交方式，基本无须就此向你做出解释。你模仿，你发展出习惯，这些习惯反映了那些在你的群体里获得认可的方式与实践。你会建立起一种良心，它会告诉你什么可以，什么不行。你脑中的奖励系统会发挥作用，这样当你偷东西，甚至只是想到偷窃时，你会觉得自己做了坏事；而当你抵制偷窃时，你会觉得自己做了好事。

故事会让你建立起一种在更广泛的情境中如何正确行动的意识；蚂蚁和蚱蜢、想要取悦每一个人的傻瓜、建一栋牢固的砖房子而不是弱不禁风的稻草屋。于是就有了儿童故事《帽子中的猫》，这只猫的行为几乎要越界了，他做了他不应该做的事。还有哈利·波特、汤姆·斯威夫特（Tom Swift）和南希·德鲁（Nancy Drew）[3]。家庭故事和乡村故事会让孩子完善他的节俭与谨慎、公正与诚实的意识。[4]

有时你会不假思索但含蓄地，而有时则需要思考但明明白白地看到合作带来的好处。两个孩子划船载你过河的速度会更快；两个孩子摇长长的跳绳，就可以不止一个人在上面跳；话轮转换（turn-taking）[5]意味着每个人都可以得到说话的机会，而不至于让游戏终止。一群人在一起工作，一天就可以搭起一座谷仓。合唱会产生出美妙的音乐。两个人搭帐篷会更容易，而一起徒步旅行会更安全。孩子会逐渐地认识到合作的价值。

这并不是说存在着合作的基因。如果你善于交际，又想达成一些事情，那么合作的策略似乎是解决实际问题的相当明显的方案。你的巨大的前额叶会相当迅速地搞定这件事情。就像哲学家大卫·休谟所观察的那

样，作为一个孩子，你的社会化的关键之处就在于你开始认识到诸如合作和信守诺言这些社会实践的价值。认识到这一价值意味着当从长远来看，稳定地维持那些实践是必要的时候，你会愿意做出牺牲。也许实际上你还不能清楚地表述这些社会实践的价值，你对这些价值的知识甚至在很大程度上也许是无意识的，但尽管如此，这些价值却塑造了你的行为。

被我称作解决问题的东西指的是一种一般的能力，这种能力让你可以机敏的行动，让你可以灵活地和卓有成效地对新环境做出反应。当人们说你是一个明理的人，那意思部分上就是在说你善于解决问题，你能够运用你的常识。解决社会问题就是要找到合适的方式去处理诸如不稳定、冲突、欺骗、灾难和资源匮乏这样的挑战。解决社会问题的能力也许是一种更为广泛的能力向社会领域的延伸，这种广泛的能力就是解决物理世界中的问题的能力。根据你的关注程度，你也许更善于解决社会领域的问题或更善于解决非社会领域的问题。由此看来，解决道德问题也就是解决社会问题的一个特定的方面。[6]

解决社会问题并不总是与制定规则有关，经常它都是关于何时或是否将一个现存的规则运用到眼下的事情中。我们村子里合作社的五金店向农民们提供农具、梯子、采果袋、家禽饲料以其他农活必要的东西。这个五金店很普通，但它却是真正由农民们自己拥有的，经营管理非常有效率的一项业务。合作社的成员选举一个委员会，这个委员会会监督商店的经营。如果有红利的话，这个红利就会被派发给合作社的成员，对于成员，合作社的物资会有适当的折扣。合作社的经理是领薪的，会计，奥布雷·克拉布特利，也领取薪水。[7]在这个看起来惬意的位置上做了几年之后，人们发现这位会计挪用合作社的钱，挪用的数额在那时对于这些农民来说是一笔巨款，折合成如今的数额，差不多有250000美

元。[8]这笔钱的金额已经远远超过我们农场的价值。由于是合作社的钱，因此这钱实际上也有我家的一份，当我看见克拉布特利的车，再看看我家的车，这个事实就烙在了我的心里，我家的那辆车已经有15个年头了，但我父亲时不时地修理修理，它还能继续上路。

现有的规则——刑法的各项条款——可以用在这个情况中吗？问题在于他风趣机智、讨人喜欢，是镇子上最受欢迎的人物。克拉布利特是戏剧俱乐部的红人，俱乐部一年会上演一到两次小的作品（克拉布利特的事情恰好发生在电视进入我们这个地区之前）。他是教会曝光率颇高且受人尊敬的成员，这个教会只针对英国人，谢绝苏格兰人的加入。他在教会的唱诗班中演唱男中音。由于他创造了这么多欢乐，教堂的捐款事宜也由他来负责。

随着挪用款项的事情被揭露出来，一个问题也就随之出现了，因为他的一些在社区里同样显赫的英国人朋友想在本地以他们自己的方式处理这件事情，他们想避免法律的极其令人厌恶的介入，他们想避免犯罪指控。他们认为对他提起诉讼既无必要也不合适。为了配合他们，克拉布特利先生在他的教堂做了一次公开的、由衷的忏悔，最终忏悔在精心准备的道歉和泉涌的眼泪中结束。

苏格兰人觉得加拿大的刑法对这种事情已经有深思熟虑的解决办法。[9]他们认为在法律面前朋友关系必须让路。如果认为朋友做出决定，而这样的决定可以凌驾于体现在周全经久的刑法典中的智慧之上，那这样的想法实在是狂妄的。在礼貌地听了克拉布利特的忏悔以后，他们怀疑悔过更多的是靠着到位的表演而不是真诚的懊悔。毕竟，这个人是受委托来管理账目，而不是盗用公帑的，但他却在五年的时间里一直暗地里有条不紊地盗窃着合作社的财产。也许他真正遗憾的是被逮住了。

对于我们这些少年来说，这是非常吸引人的问题。它发生在我们跟前，是活生生的，而不是教科书上的案例。它涉及是我们都熟识而且喜爱的人。对于要如何对待那些触犯了法律的朋友，它提出了令人不快的问题：地方行政官在何时应该给那些在其他方面非常体面的人第二次机会呢，错误的判断是否可以用来为有计划的犯罪开脱呢，如果法律没有系统地得到执行会对它一般具有的威慑力造成什么样的影响，是否填补亏空和公开的悔过就是“足够的惩罚”了。当我在作教授的时候，所有这些问题在本质上以相同的方式出现了，那时，教员们被号召去面对学术不端的行为。“就让我们自己来处理，不需要权力的介入；就判断那些公开抱歉的真实性来说，我们是最合适的人选；惩罚一个好朋友太不合适了；这是我们自己的团体”，等等。我曾经经历过的类似的问题有助于我去思考这些发生在学术领域的事情。[10]

在许多农家的晚餐桌上，说道克拉布特利案，大家都热烈地讨论着一个事实：实际上，来自NK’MP保留区（NK’MP reservation）的原住民的犯罪行为很少有进入法律环节的。由于克拉布特利的孩子在上中学，我们也被告诫在对待他们时在道德上要保持应有的尊重，绝不能将它们看得跟他们的父亲是一路货色。就我所知，人们基本上是这样做的，但毫无疑问在私下里他们一定遇到过极为尴尬的局面。

最终，克拉布特利被判缓刑。合作社的董事会诚挚地相信他还钱的承诺，投票决定不提出刑事控告。作为在投票中两个持不同意见的人之一，我父亲辞去了合作社董事会的职务，并悲痛地警告不会有什么钱还回来。很不幸他言中了，期望他还钱就是一个梦。克拉布特利只还了极少一部分钱，他远走高飞去了其他的地方。克拉布特利的玩忽职守让他的辩护者们大为尴尬，他们根本就不让在那些高雅的社交聚会中触及这个话题。后来在学术生活中我看到的亦是这样一个模式，这些人甚至是

专门研究道德的哲学家。他们并不想旧事重提，去涉及他们的“让我们关起门来决定”这些事。

虽说评估如何进行一件具体的事情常常都是最迫切的任务，但更为基本的问题关心的则是那些强化了福祉与稳定的一般原则和制度结构。某些实践作为一种规范——作为处理这个问题的正确方式——发展起来这一点是一个群体的文化演化的关键。[11]有一些已经确立的原则会禁止群体的成员做出诸如挪用以及其他形式的欺骗行为。由于受到归属感的驱动并认识到有所归属的好处，人和其他高等的社会动物要想方设法和睦相处，尽管在其中会有紧张、苦恼和烦躁。不同群体之间的社会实践有可能是不同的。生活在北极的因纽特人解决某些社会问题的方式就不同于巴西亚马逊河流域的皮拉罕人（Pirah），这是因为社会问题是无法摆脱环境约束的，比如气候与食物来源的约束。

在社会实践上的相似性也并不鲜见，因为不同文化在一些特别的问题上偶尔会想到相似的解决方法。这就类似于在其他实践中出现的一些共有的主题（themes），例如造船业和畜牧业。特定的文化会发展出建造特定类型船只的技术——独木舟、桦皮舟、因纽特人独木舟、带帆的木筏、用于河中捕鱼的舢板，或者你拥有的那种类型的船只。在经过许多代以后，相互分离的群体制造的船只与它航行于其上的特定水况以及环境状况配合得天衣无缝。是海洋、湖泊或是河流？是暴风雨还是风平浪静？是轻拂的微风还是强有力的盛行风？此外，许多文化都学会了利用恒星导航。有一些文化是从旅行者那里学到这项技艺的，而其他文化则是独立掌握了这项技艺，就好像随着群体的规模扩大以及农业生产的普及，关于私有财产的约定就在不同的群体中出现了。我完全有理由相信并不存在让星星来导航或建造船只的基因。

相隔很远的文化会偶然找到相似的解决资源问题的方法的另一个例

子就是驯养产乳的有蹄类动物，比如骆驼、牛和山羊。把动物拴上或者是建造畜栏也很普遍，它们反映了人类解决问题的能力的一些相似结果。在爱尔兰没有骆驼，所以在那里受到驯养的是山羊就并不奇怪。在北极圈里既无骆驼也无山羊，所以在那里就不会有驯养有蹄类动物这回事。直到最近，由于资源的匮乏，因纽特人的群体仍旧非常小，因此他们就没有压力去建立适用于广泛社群的刑事司法制度。对于因纽特人，司法需要很罕见，基本上是由群体中的年长者出面来解决问题。[12]

尽管对道德价值的表达会因文化而不同，但这些表达并不是随随便便的，就像丧葬和婚庆的习俗不是随随便便的一样。但礼仪的事情虽说对于润滑社会关系来说是重要的，但它们还不像道德价值那样严肃和重要。讲真话和信守诺言在所有的文化中对社会来说都是受欢迎的。存在着针对这些行为的基因吗？尽管不排除这样的可能，但还没有证据显示存在讲真话基因或信守诺言基因。更有可能的是讲真话与信守诺言的实践的发展与造船实践的发展所用的方式完全一样。它们既反映了一个地方的生态又是对一个普遍的社会问题的相当明显的解决方案。[13]

对我们在此处概述的解决方案有一个哲学上的反驳：由脑干——边缘系统固定，并被基于奖励的学习和解决问题塑造成型的社会行为不可能是真正的道德行为。这个反驳的根据是，行为如果是真正道德的，它就必须仅仅植根于（比如说）与他人的福祉有关的被有意识承认的那些理由。按照这种观点，要做出道德的事，你就必须只能是因为这件事是道德的，而行动必须是运用绝对法则（absolute law）的产物而去做它的。这种观点将生活在狩猎和采集社会中的人们的道德行为排除出去了，它们并不是真正的道德行为。我怀疑这些非常严格的标准会将你和我排除出道德行动者（moral agent）的行列，而这暗示了这样的标准也许严格得有些近乎荒谬了，它们是人们不切实际的空想的结果，完全无

视活生生的社会世界的现实状况。[14]

对这种哲学反驳的一个回应是，对道德之基础的任何解释都必须要顾及神经生物学、人类学，以及心理学上的现实状况。毋庸置疑，推理，或更一般地说，思考和解决问题是社会生活（尤其是道德生活）中非常重要的部分，然而在社会生活领域的思考和解决问题是受到约束的，受到我们过去的学习与直觉、我们的情绪，以及我们的脑被以什么方式调整来满足朋友和亲缘的需要这些因素的约束。解决问题涉及诸多因素，不可能化简到类似三段论这样的东西。就像我们会在第8章看到的，推理大概是一个受到约束的满足过程，我们的脑可以通过这个过程权衡、评估和考虑大量的因素并做出满意的决定。

在道德的一个特殊的方面，即涉及公平的方面，出现了一个不同类型的问题。对什么是公平或不公平的认识也像其他的道德倾向，例如合作与讲真话，一样被固定在同一个平台上吗？有一些证据表明公平这个方面也许是不同的。动物行为学家弗朗茨·德·瓦尔（Frans de Waal）和萨拉·布罗斯南（Sarah Brosnan）观察到卷尾猴对其他猴子得到什么奖赏极其敏感。猴子们被关在笼子里，这样就可以清楚地看到彼此。如果猴子A和猴子B得到的都是一片黄瓜，就都相安无事。猴子们都喜欢黄瓜片，但它们更喜欢葡萄，就像我一样。如果猴子A得到的是一片黄瓜，而猴子B得到的却是一个葡萄，那么猴子A就会迅疾和准确地将黄瓜片扔给实验者，然后气愤地将笼壁的铁条弄得嘎嘎作响。如果下一次又是这样，猴子A就会怒不可遏，它不仅会把黄瓜扔给实验者，捶打笼子，还会拍打笼子外面的地面，大声地表达它的不满。这只猴子意识到了不公平。要注意，卷尾猴都喜欢黄瓜，但它们更喜欢葡萄，所以它们所得到的并不是它们厌恶的东西或不能吃的东西。

情况稍微变化一下，对于吃亏的敏感再一次展现出来。如果猴子A

和B要得到奖赏，必须要“干点活”，例如从笼子里的碗中抓一个小石子递给实验者，而它们为此得到的奖赏是不同的，那个得到更少奖赏的猴子又是异常的愤怒。[15]卷尾猴的这种行为清晰地显示出他们意识到了关乎自己的公平。然而，就像萨拉·布罗斯南报道的那样，在受益的时候，卷尾猴并不会表示反对，也不会像对待自己一样，改变自己的行为去为伙伴获得食物。[16]对此，一个合理的猜测是评估公平的能力来自于群体中的资源竞争。正像布罗斯南指出的，与关心自己相比，卷尾猴并不那么关心其他猴子是否得到公平的对待——我应该得到我得到的东西。当然对于人来说，这是一个强烈的特征。

欧文·弗拉纳根在一次谈话中对我提出了这样一个看法：这种自我导向的对公平的评估似乎是独立于关心与相互之间的纽带的。[17]对于公平，这就提出了一种可能性，即例如作为人类社会生活的一个方面，公平也许与产生帮助、分享或合作的那些机制没有关系。所以，与公平的道德价值是基于怎样的平台有关的问题就是：脑是如何从关心对我公平过渡到关心对其他人公平——也就是对他公平？这种公平的转换对相互之间的关系会起到什么作用吗？

对公平地对待与我们有纽带的人这一点的关心可以合理地与从关心自己扩展到关心后代、配偶，以及朋友这一点联系起来，而这种联系对有能力站在其他成员的立场上来考虑事情的哺乳动物来说尤其如此。孩子们常常都会关心在分发礼物的时候是否得到了公平的对待，而如果有一个兄弟姐妹没有得到礼物，他们就会觉得不舒服。哥哥姐姐在对待弟弟妹妹时尤其会如此。我认为这样的反应是固定在关心这个平台上的。

然而，平等的对待并非随时随地都服从于一个标准。对男性与女性、父母与孩子、奴隶与自由人、富人与穷人、长官与士兵、老师与学生等的不平等对待实在是司空见惯的。有一些不平等的实践，例如那些

与父母和孩子相关的实践，其实用性是可以得到辩护的，尽管有时候孩子们会表现出极不情愿。很明显，作为一种道德范畴，如何才算是公平因地域的不同而展现出极大的差异，不同地域的人对此有分歧，即使他们属于同一个文化或同一个家族。例如，那些善良、正直、有责任心的正派人士对大学录取中的平权行动（affirmative action）是否算是公平看法也不尽相同；对单一所得税是否比分级所得税更公平或遗产税是否公平，他们亦有分歧。有时，像“那不公平”这样的指责不过就是在表达反对和主张变化，这样的表达和主张利用了我们对不公平的迅疾反应：不公平是错误的。

在什么才算公平这一点上人们看法各异，就此做出提醒有助于我们承认公平的标准并不是普遍的，有助于我们承认这些标准会发生出乎意料的变化。更一般地说，它提醒我们道德真理与法则并不栖居在柏拉图的天国中，只消纯粹理性就可以把握。它提醒我们对公平的吁求常常混合着各种情绪，包括恐惧、怨恨、移情和怜悯。[18]普遍人权的观念，尽管它值得赞赏，也只是到近来才出现，而它的出现也许与人们的一种期待有关，即人们期待将公平对待，尤其是在法律领域的公平对待，拓展至每一个人会带来的普遍有益的结果。[19]因此，当哲学家或心理学家主张我们人天生就有按照公平的规范做出行为的模块时，我们就应该问这样一个问题：这样一个关于模块的假设如何能够与上述的变异性相一致呢？

[1] K.Izuma,“The Social Neuroscience of Reputation,”Neuroscience Research 72（2012）:283–88.

[2] J.Decety,“The Neuroevolution of Empathy,”Annals of the New York Academy of Sciences 1231（2011）:35–45.

[3] 汤姆·斯威夫特和南希·德鲁都是爱德华·斯雷特梅耶（Edward

Stratemeyer）创作的人物，他们都是风靡美国的科幻、冒险和神秘小说的主人公。——译者注

[4] See S.Blackburn,Being Good:A Short Introduction（New York:Oxford University Press,2001）;P.S.Kitcher,The Ethical Project（Cam-bridge,MA:Harvard University Press,2012）.

[5] 话轮转换是会话交流的基本原则，也就是说，话轮中的两位交谈者必须遵守“a-b-a-b”的说话原则。——译者注

[6] See also Dale Peterson,The Moral Lives of Animals（New York:Bloomsbury Press,2011）.

[7] 不是他的真名。

[8] 我记得是这个数字，当然记忆也并不完全准确。

[9] John Kenneth Galbraith的The Scotch（Boston：Houghton Mifflin，1985）是一本关于加拿大的苏格兰人的机智诙谐的著作。

[10] 就像Frank Bruni最近指出的（“Suffer the Children，”New York Times，Sept.11，2012），这些情感就是让已经被证明有罪的宾州恋童癖者Jerry Sandusky继续对男孩施虐，让堪萨斯城的神父Ratigan继续性侵孩子的东西。

[11] P.S.Kitcher,The Ethical Project（Cambridge,MA:Harvard University Press,2012）.

[12] E.A.Hoebel,The Law of Primitive Man:A Study in Comparative Legal Dynamics（Cambridge,MA:Harvard University Press,2006）,Chapter 5.

[13] 如今，我们会希望政府的政策对它是否达成了目标保持高度的敏感，事实上，按照Ben Goldacre的论证，情况很少是这样的。参见他的论文http：//www.badscience.net/2012/06/heres-a-cabinet-office-paper-i-co-authored-about-randomised-trials-of-government-policies/

#more-2524。

[14] See the discussion by Christine Korsgaard,“Morality and the Distinctiveness of Human Action,”in Primates and Philosophers:How Morality Evolved,ed.Frans de Waal,Stephen Macedo,and Josiah Ober（Princeton,NJ:Princeton University Press,2006）,98–119.

[15] See the video of capuchin reaction to unfairness in de Waal’s TED talk:http://www.youtube.com/watch?v＝-KSryJXDpZo

[16] Sarah F.Brosnan,“How Primates（Including Us!）Respond to Inequity,”in Neuroeconomics（Advances in Health Economics and Health Services Research,vol.20）,ed.Daniel Houser and Kevin McCabe（Bingley,UK:Emerald Group,2008）,99–124.

[17] 在交谈中。

[18] See J.Decety,G.J.Norman,G.G.Berntson,and J.T.Cacioppo,“Neurobehavioral Evolutionary Perspective on the Mechanisms Underlying Empathy,”Progress in Neurobiology 98,no.1（2012）:38–48.

[19] See Lynn Hunt,Inventing Human Rights:A History（New York:W.W.Norton,2007）.

宗教和道德的理由

我在这一章的目的是通过考察神经生物学和脑的演化来尝试理解道德规范和习俗得以出现的平台。这一方法针对的仅仅是使得社会行为得以可能的那些基本动机和倾向，而不是一个群体所采用的规范的具体特征。接下来还有两个重要的问题：①宗教在道德中的作用；②人性的黑暗面——非我族类往往引我们憎恨，我们还有杀死、攻击、伤害别人和造成别人严重伤害的倾向——和道德的关系？首先让我们来看第一个问题：宗教。

有组织的宗教大约在1万年前出现，那时农业作为获得食物的一种重要方式得以固定下来。在智人（Homo sapiens）的历史上，这个时间是非常短的，因为我们在地球上已经繁衍了25万年的时间。其他古人类，比如直立人，在大约160万年前出现。尽管我们对直立人的社会生活一无所知，但可以八九不离十地猜测他们以小群落聚居，并遵循一些现存的狩猎采集社会，例如生活在亚马逊雨林中的社会，所典型具有的基本规范。[1]

在我们历史的绝大多数时间（大约24万年）中，我们的社会和道德生活都没有对颁布法律的神的信仰，也没有有组织的祭祀阶层。过去几百年搜集的人类学材料有助于我们理解这样一些人的社会生活，他们的文化与在欧洲和北美的城市中的人的文化迥然不同。主要靠打猎和捕鱼为生的因纽特人有着非常成熟的实践规范来管理他们的社会生活。非常有趣的是在因纽特人这里，欺骗被认为大错特错，其程度甚至超过了谋杀。谋杀（通常会涉及一名女性）很罕见，所波及者也许不过一人而已，但欺骗却可能危及整个群体。

因纽特文化的一个基本假设是神灵（spirit beings）和所有动物的灵魂都拥有具有情感的智能，这一点和人一样。[2]这个假设反映出因纽特人的生活依赖着动物的世界以及他们与动物的世界的互动——他们要和机警聪明的北极熊打交道，和能够逃脱猎捕的狡猾的海豹打交道，和鲸打交道，这些鲸如此令人敬畏，让人很难不相信它们是某种神灵。就像法律学者和人类学家E.亚当森·霍贝尔（E.Adamson Hoebel）所报道的，因纽特人通常并不会明白地表述他们的规范和实践。规范和习俗是孩子从他们周围的人那里学会的，就好像他们也要学会划独木舟，捕海豹和鲸的技能。因此，尽管并没有口头告知，但绝大多数因纽特人知道攻击性行为必须保持在严格限定的范围之内；这种行为可以以一种受控的方式展现在特定的游戏中，但在日常生活中则应受到抑制或疏导。

以农业为生的群落则是另一个例子。研究显示像伊富高人（Ifugao，菲律宾北部山区一民族）[3]这样的农业群落也有周密的道德实践，包括在中间人的调解下解决纠纷，详细说明离婚的理由，借进和借出物品，以及变更财产。他们必定要加强管理灌溉的那些规则，这很重要，因为他们在陡峭的斜坡上种植稻米，而这必须要分享灌溉用水。伊富高人的有些实践很令人惊讶。例如，他们没有酋长，只有一个管理委员会。他们还主张双方的家族（kinship group）是基本的社会与法律单位。这个家族由死去的人、活着的人和尚未出生的人构成。[4]在这里似乎还有这种或那种神灵（spirits）的参与，献祭被认为是一种与神灵和睦相处的有用途径，但是在伊富高人的文化中没有类似犹太-基督教的上帝这样的概念。

有组织的宗教是当代生活的一个显著特征，但它只是到近来才成为人类文化的一个特征的。因此，在我看来，有组织的宗教并不是发明和建立了道德法则，而是采纳和修改了传统的道德规范，这些规范是隐含

在那些小规模的人类群体典型的实践生活当中的。就像因纽特人的那些隐含着规范的实践一样，有组织的宗教也依赖于为社会性奠定基础的神经生物学平台，这种社会性自始至终就一直是人性的一部分。

智人在这个星球上已经存在了大致25万年，在最近的大约1万年，人类文化以一种无与伦比的丰富性发展起来，其结果就是，各种文化与社会制度改变了现代人的生态环境，现代人的社会生活已经完全不同于生活在20万年前的人类的社会生活了。群体的规模扩大了，相互的交往远远超出了偶然的聚集，小群体就是通过这样的聚集来交换物品的。人建立了小的生态环境（Niche construction），这就通过许多种方式改变了他这个物种的生态，改变了社会组织，并导致特定的法律与规则的形成。社会行为——包括我们现在看作是道德行为的那些行为——也相应地改变了。有些群体发生变化的一种方式关系到有组织的宗教。

当群体的规模变得很大以至于并不是每个人都彼此认识的时候，面对面地表达反对所发挥的作用就会显著地下降，这并不奇怪。这时，明确地形成规则以制约每一个人就是解决服从这一社会问题的方法之一。在有些大的群体中，群体中有智慧的长者也许占据着有权指定规则并监督这些规则是否被恰当地执行的地位。[5]在另外的群体中，这一任务也许就由占据主导权的萨满巫师（prevailing shaman）来承担。令人无处藏身的不可见的神灵的观念也许有助于遏制反社会的行为，人们认为，要是没有这样的神灵，那些反社会的行为就无法被察觉了。尽管如此，却很难搞清楚在促使人们服从这一点上这一假设究竟发挥了多大的效力。[6]

并不是所有的宗教都将道德的来源与上帝或牧师的教导联系在一起。佛教、道教和儒教就是如此，而且它们是三个规模庞大且重要的宗教。许多所谓的民间宗教（folk religions）赋予动物，比如乌鸦和鹰，

特殊的地位，而且认为在诸如季节、潮汐、风暴和火山喷发这样的物理事件中有这种或那种神灵的介入，而在中东地区，一个至高无上的立法者则是占据主导地位的宗教的典型特征，但它并不是宗教的普遍特征。

其他地方的各种宗教的历史及其文化的发展，尤其是各种一神教，都已经有了很好的文献记录，我们可以有把握地说一神教是从更早的宗教发展而来，这些更早的宗教将各种神祇和神灵加以分类，其中的许多还有着与人相类似的德行与恶习。[7]我的主要观点是道德行为和道德规范并不要求宗教。尽管如此，宗教却可以补充现存的规范或者创造全新的规范，例如在一年的特定日子里献祭动物或者按照规定饮食和着装。这些规范常常都会受到人们的看重，因为它突出了群体间差异，特别注重于那些非常显眼的区分。我们与他们相对。宗教也提供了一处场所，在这里可以讨论道德困境与困难，强化群体规范，激发在战斗中适当的情感。[8]

[1] See D.L.Everett,Don’t Sleep,There are Snakes:Life and Language in the Amazonian Jungle（New York:Pantheon,2009）.

[2] See again E.A.Hoebel,The Law of Primitive Man:A Study in Comparative Legal Dynamics（Cambridge,MA:Harvard University Press,2006）,Chapter 5.

[3] 伊富高人也因为属于一个被称作伊果洛的更大部落而著称，伊果洛人居住的地方在山区。

[4] See E.A.Hoebel,The Law of Primitive Man:A Study in Comparative Legal Dynamics（Cambridge,MA:Harvard University Press,2006）,104.

[5] See E.A.Hoebel,The Law of Primitive Man:A Study in Comparative Legal Dynamics（Cambridge,MA:Harvard University

Press,2006）,104.

[6] Loyal Rue,Religion Is Not About God:How Spiritual Traditions Nurture Our Biological Nature and What to Expect When They Fail（New Brunswick,NJ:Rutgers University Press,2005）.

[7] R.N.Bellah,Religion in Human Evolution:From the Paleolithic to the Axial Age（Cambridge,MA:Harvard University Press,2011）;Brian Morris,Religion and Anthropology:A Critical Introduction（Cambridge,UK:Cambridge University Press,2006）;K.Armstrong,A History of God:The 4000-Year Quest of Judaism,Christianity and Islam（New York:Ballantine Books,1993）.

[8] Scott Atran,In Gods We Trust（New York:Oxford University Press,2002）.

紧张与平衡

哺乳动物的脑的形成既是为着关心自己也是为着他者，但在许多情况下，这两者是不协调的。社会生活带来好处，但也会造成紧张。你会和你的兄弟姐妹和朋友竞争资源和地位；你也需要和他们合作。有些个体与其他人比起来性格问题更为突出。在非常大的群体中，在如何养育孩子这一点上同质性一般更小，因此孩子的社会化模式也就会出现非常大的变化。有些小孩被鼓励要以自我为中心，而其他孩子则被鼓励接受其他人的观点。有时你不得不容忍那些烦人的，或者吵闹的，抑或闻起来臭烘烘的人。

尽管你爱他们，但你的孩子、配偶或是父母亲还是可能惹你生气。你可能觉得他们各个方面，无论大小，都令人失望，令人沮丧。你也可能觉得他们可爱，令人开心，在各个方面都很精彩。有时对孩子来说严厉的爱要好过纵容；有时睁一只眼闭一只眼是一个明智的选择。这些都不是什么新鲜事，它只是提醒你，你已经知道并且终日打交道的一些事情。你的社会生活中既有痛苦也有欢乐，它们是同时存在的。你有关心自己的回路，也有关心他者的回路，这两个方面并不总是一致的。

社会生活有可能非常微妙，它常常要求明智的判断，而不是严格地遵循规则。亚里士多德和中国哲学家孟子都清楚地意识到规则的缺点在于没有任何一个规则会涵盖所有偶然事件或者闯入生活中的每一种情况。规则只是一般的指示器，而不是死板的要求。如何做判断才是关键。而且，如果情况需要的话，即使是通常都会用到的一般规范也有破例的必要。有时说谎是正确的，例如，这样做会拯救许多人，使他们免遭疯子要引爆炸弹的威胁。有时违背诺言是正确的，如果它能够阻止一次真正可怕的灾难，比如核反应堆的熔化。破例的问题在于并没有任何

规则可以决定什么时候对于禁令——不说谎，不食言，以及不偷窃——的破例是正当的。如何做判断才是关键。孩子们在如何破例以及运用边界模糊的范畴而不是死板的规则上学得很快。[1]你一方面知道杀死其他人是错误的，但另一方面，你也知道在某些情况下，比如自保或在战争中，杀死其他人并不算错误。

群体所经历的历史的差异或者不同群体生活于其中的生态状况的差异可能就意味着有些文化非常突出节俭或谦逊这样的品质，而其他的文化则看中显示出慷慨大方，并把夸耀看作一种好品质的标志。要是你生在18世纪因纽特人的族群中，又倘若你已经生了三个女孩，那么你也许会将新生的女婴弃之于雪地。你会为此而感到遗憾，但你确定不会为此而感到可耻。挥之不去的会饿死的威胁以及对技艺高超的猎人的需求意味着做出这样残酷的事情是在所难免的。

尽管我们也许会被鼓动将我们的关心平等地给予每一个人，但通常来说这在心理上是不可能的，而且我认为这在道德上也并不值得追求。你自己孩子的福祉要先于生活在这个星球另一侧的那些不知名的孩子的福祉，这不足为怪。有时，慈善是从家中的开始的，不管不顾自己生病的父母而投身于尼泊尔的一家满是麻风病人的诊所是不对的。事实上，人们通常并不会期待一个人将自己的关心不偏不倚地给予每一个人，他要对自己的关心有所区分，对自己的慷慨有所平衡。就像所有明智的道德哲学家所强调的，平衡也许并不能给以精确的定义，但是它是通向好的社会和道德生活所需要的。并不是每一个乞丐都能解决住和食的问题，并不是你的每一个肾脏都能捐献出去，也并不是每一个失望都能够获得补救。[2]我们不可能将平衡写成清晰明确的规则，它需要我们做出判断。

社会生活的紧张时大时小，个体常常千方百计地安排自己的生活来

减轻不可避免的紧张。但是人们不要指望紧张会完全消失。不存在完美的解决方案是一种常态，并不是每一个人都能够达成一致，甚至不是每个人都能够求同存异。有时除了接受现状和找老路继续下去之外并没有任何的解决方法。有时候社会实践会对情绪施加强大的影响，以至于这些实践的威力会超过与后代之间的紧密联系。

2007年，加拿大安大略省的米希索加，16岁的阿克萨·帕维茨不想继续带希贾布（hijab）[3]了。她和家里人就这个问题发生了争执。那年的12月，她在自己的房间中自缢身亡。她的兄弟姐妹和她的妈妈都没有管她。她的父亲和兄弟被判二级谋杀罪，终身监禁。就在她死前不久，她去看了自己的第一部电影。自2002年以来，在加拿大已经发生了15起这样的“荣誉”处决。

道德规范和习俗是由相互咬合的四个脑过程塑造的：①关心（植根于和朋友与亲属之间的紧密联系以及对他们福祉的关心）；②认识到其他人的心理状态，例如疼痛或气愤；③通过积极和消极强化、通过模仿、通过尝试和错误、通过类比，以及通过别人的讲述来学习社会实践；④在社会情境中解决问题，例如，在新情况造成新问题的时候，这些问题包括资源分配与转移、与群体外的互动、如何解决与土地、工具和水的所有权有关的争端。[4]

在这一章我没有涉及攻击与仇恨，它们是在社会生活中非常强大的力量。在下一章我们将进一步考察仇恨的效能与吸引人之处。

[1] M.Killen and J.Smetana,“Moral Judgment and Moral Neurosciences:Intersections,Definitions,and Issues,”Child Development Perspectives 2,no.1（2008）:1–6;Y.Park and M.Killen,“When Is Peer Rejection Justifiable?Children’s Understanding Across Two

Cultures,"Cognitive Development 25（2010）:290–301.

[2] B.Schwartz and K.Sharpe,Practical Wisdom:The Right Way to Do the Right Thing（New York:Riverhead Books,2010）.

[3] 希贾布是穆斯林妇女带的面纱或头巾。——译者注

[4] This is explicitly drawn from my book Braintrust:What Neuroscience Tells Us About Morality（Princeton,NJ:Princeton University Press,2011）,p.9.

第5章　攻击与性

憎恨的快乐

有时候闹着玩过了头就会变成真的打斗。有时候当信任应当获胜的时候却会出现防御性的战斗。有时候负责控制冲动的机制被彻底压制住了，被意识形态，被修辞术，被恐惧与憎恨。而有时……潘多拉的盒子打开了。

圣地亚哥电光橄榄球队的球迷对加州的另外一支球队，奥克兰袭击者队的球迷恨得牙痒痒的。他们彼此贬损，穿上戏服恐吓或者是羞辱对方球队的球迷。有一些球迷做着仪式性的打斗表演，这样的行为就好像那些好斗的鸟，比如黑头矿鸟。

电光队的球迷说袭击者队的球迷邪恶，令人厌恶，简直就不是人，而袭击者队的球迷也回敬以相同的说法。也许这只是在闹着玩。很明显，这样的相互攻讦是有趣的，每一方都极享受这个展示憎恨的盛会。只要随便看一下就会发现这些球迷从归属于一个群体中获得了巨大的快乐，这个群体在对别的群体的憎恨中被凝聚起来。憎恨本身看起来激动和鼓舞着人，让人们感到兴奋。这种仪式性的敌意会消耗大量的时间和金钱，这并不是偶然的。

尽管如此，在美国，橄榄球比赛期间，球迷之间的斗殴还是极罕见的。在发生斗殴的例外情况里，球迷普遍都表现出他们的恐惧和怒火。然而，在英格兰，球迷群体之间的一决高下却并不罕见。发生在赛后，有时在赛前和赛中也会出现的男性球迷之间的斗殴很受一些男性小群体的令人不安的欢迎。出现足球斗殴就像例行公事一样。足球流氓

（Hooliganism）异乎寻常地难以肃清。

从BBC关于足球斗殴俱乐部的纪录片上可以看到，对于许多年轻男性来说，与对手群体之间的斗殴会让他们感到血脉贲张。参加斗殴是他们观看比赛的主要原因，无论比赛是在自己的城市，还是在法国、意大利或欧洲的其他地方。在英国，这些足球流氓的团伙被称作“公司”。这些公司有严密的组织，每一个公司都有一名“老大”，他充当着领导的角色，组织围绕着足球比赛的斗殴事件。

这些足球公司中的男性看起来都是怎样的人呢？从BBC的纪录片来判断，他们都颇具魅力，口齿伶俐，而且聪明。他们既不会捶胸顿足也不会说话时唾沫四溅。他们看起来并不疯狂。他们可能就是你的兄弟或堂兄弟。他们正常的做派和他们热衷于斗殴看起来怎么也放不到一起，然而却并非如此。这些斗殴从根本上来说没有什么理由，它们纯粹是为了好玩。

1992年，由于种族和民族之间炽烈的紧张关系，洛杉矶爆发了骚乱，骚乱的导火索是三个白人警察被无罪开释，而正是这三个人被摄像机拍到残忍地殴打一个黑人男子，罗德尼·金。[1]对不公正的愤怒是深广的，突然之间所有的邪恶都释放了出来：纵火、抢劫和枪击在整个洛杉矶的中南部蔓延。

我在录像资料上看到，在一个十字路口，四个非洲裔年轻人将雷吉纳·丹尼，这个不幸的白人卡车司机，硬生生地从卡车上拽了下来。他们野蛮地用脚踢他，用砖块砸他的头，简直就是要杀了他。当丹尼躺在地上奄奄一息的时候，这些年轻人却欢欣雀跃，高兴地跳着，就像做出报道的记者一样。现在再次看这段录像，我都惊骇不已。人们在这个路口转来转去，但基本上都置若罔闻。好在有四个非洲裔市民在电视看到丹

尼被围殴，赶来解救了他，把他送到了医院。要不是因为他们的善举，丹尼可能已经一命呜呼了。

溢于言表在几天之中，城市完全陷入了混乱。警察都不得以做出退让，因为人们深深怀疑和憎恨他们，以至于他们都成了人们喜欢攻击的目标。国民警卫队也没有出动，因为他们手上还没有现成的弹药。一些韩国店主试图向抢匪开枪保卫自己的财产，而其他人就只有眼睁睁地看着自己的店铺被洗劫和焚烧。[2]

我们会看到，在骚乱者和抢劫者失意和愤怒的情绪中还有一种欣喜，他们觉得在自己的行为中展现的这种快乐自有其根据。一个拿着摄像机的女子报道说："当我走在街上，看到人群在狂欢，他们偷着东西，笑着，高兴的不亦乐乎。"在这次骚乱中，至少54人遇害，受伤者则数以千计。[3]

2011年6月，曲棍球球迷在温哥华市中心横冲直撞，焚烧汽车，抢劫商店，蓄意破坏，这一切只是因为在一系列公平的曲棍球比赛中，这些球迷的球队输给了波士顿棕熊队，没能得到斯坦利杯，除此之外绝没有任何其他的理由。的确，这发生在加拿大，人们认为这样的事情不会发生在这里。在这次事件中，球迷们，其中绝大部分是年轻人，的兴奋溢于言表。他们在被掀翻的小汽车上跳舞，砸碎商店的橱窗，纵火焚烧交通工具，辱骂警察，而这些警察正在勉力地维系着秩序。[4]

我的朋友乔纳森·葛特韶（Jonathan Gottschall）对我说他酷爱笼斗（cage fighting）。这在我看来很奇特，因为他是一位文学系的教授。[5]他对我说笼斗的吸引力完全不同于在骚乱和斗殴中感受到的乐趣。正像他说的，笼斗基本上是一种友好的相互攻击的形式。一对一的攻击完全不同于暴徒的殴斗，在这种形式中，打斗是公平的，裁判员要匹配拳

击手的年龄、体重以及级别。在赛前，选手完全被恐惧占领，而在赛中，则精神高度集中。照笼斗手的说法，唯一的快乐来自赛后，而且还必须要获胜才可以。击败对手的快乐简直难以言喻，它让面临的所有的危险都值了。有一些笼斗手说，那样的快乐是一种狂喜，只有性的快感堪与比较。实际上性与暴力之间的这种联系并不像初看上去那样令人吃惊。性行为与暴力在脑中，具体地说，在下丘脑的一个区域（下丘脑腹内侧区）是有着关联的。在雄性老鼠那里，在这个小区域的某些神经元的活跃会引发针对其他关在笼中的老鼠的攻击行为，但在雌性老鼠进入笼中，这样的激活却会引发交配行为。[6]

憎恨被归为一种消极情绪，我们也许会以为消极情绪是和会令人快乐的情绪向对立的，但想一想体育迷或对立帮派的憎恨，你就一定会看到憎恨往往使人充满活力。激励是一种令人愉快的情绪。[7]有时人们将其称为"打了激素（adrenalized）"，事情的确如此。

喜剧演员路易斯C.K.（Louis C.K.）描述了这样一个场景：他站在邮局排得很长的队伍中，看着队伍中的其他人，他的憎恶感油然而生。那家伙穿着简直是白痴才穿的鞋子；听他问愚蠢的问题；瞧那个失败者。在轮到他之前，对这些人的蔑视让他觉得很愉快。瞧不起别人，无论是什么鸡毛蒜皮的理由，都让一个人觉得很棒。

在憎恨的状态中还有些什么东西呢？人们很熟悉那种罪恶的快感（guilty pleasure）——偷偷摸摸地做一些不那么光彩但仍旧是被禁止的事，比如在小时候，在谷仓后面彼此展示光秃秃的屁股。在5岁的时候，这是多么有趣的事。这可是父母们不知道的饶有趣味的秘密。在温哥华骚乱的视频上，我们可以一目了然地看到打破规则，并且和别人一起这样做，所带给人们的快感。

在带着敌意的仪式上或谋杀行凶的过程中，女性通常都是旁观者。基本上，行凶者都是男性，除了头目，其他大部分都是年轻人或中年人。一个经久不衰的假设认为帮派中的男性的行为部分上是为彼此而做的。他们展示恶意的行为向彼此确保他们之间相互的忠诚，确保他们在攻击中是靠得住的，以及确保不要忘了他们共同的目的。他们之间的纽带赋予他们力量感，让他们感到团体的力量。这与快感相连。裹着白色的床单，围着篝火有节奏地舞蹈，三K党（Ku Klux Klan）的男人们看起来心花怒放。如果义务是唯一的驱动力，没有人会表现成这样。

虽然如此，女性并非就没有攻击行为。一般来说这样的行为会有不同的形式，但也并不总是如此。卑鄙的流言、无情的分手（unkind cuts）、回避，所有这些都是女性会使用的潜在的攻击形式。如今，拉扯头发似乎有卷土重来的态势。在此，快感的某些形式似乎同样来自集体的憎恨。就好像橄榄球球迷一样，女性似乎同样存在强烈的群体内部的纽带和对敌对群体的成员或者也许不见容于任何群体的人的强烈敌意。

我们和他们的对立为一个人划定了安全群体的界限。在群体内部，个体依赖着对群体规范的认同和遵守。在群体之外，个体之间的交往是危险的，他们必须要小心谨慎。对群体外的人要采取何种有敌意的行为取决于一个人有什么可资利用，而这一方面要看一个人的基因，另一方面则要看一个人可以从其文化中选择什么作为正确的行事方式。一个人通过榜样来塑造自己。简单地说，在许多文化中男孩子采用的方式是殴斗，而女孩子则是回避。

在我上九年级的时候，一个我们所有人从一年级起就熟悉的女孩已经能够看出来怀孕了，她毫不起眼又没有朋友。由于总是慢慢吞吞，同学们都把她当作“弱智”回避她。她未能往上升级，而且学习阅读也很费

劲。姑娘们喜欢扎堆抱团，就此来说，多萝西就像空气一样简直就不存在。她怎么会怀孕呢？她没有男朋友，在我们这个村子里，谁和谁搞对象人们都一清二楚。很快我们都知道了，当地的一个年轻人，一个伐木工人，把她带出去和她发生了性关系。或许喝了啤酒在这件事情中也起到了作用。我们为这个姑娘感到过悲伤吗？我们对这确然无疑的强奸或接下来的事对她表示过安慰吗？这个小伙子利用了这个心地单纯的姑娘，我们对此感到过惊慌吗？

根本没有。我们沉浸在我们的优越感中，我们沉浸在我们的道德感中，我们不是多萝西，这让我们觉得很是高贵。我们以为她的困境只是一种碰巧发生在像她这样的姑娘身上的事情，这样的事当然不会发生在像我们这样的姑娘身上。当我们每一个人独处的时候，并不会生起这种蔑视的情感，在那种情况下，我们作为一个个体，发生在多萝西身上的事情都令我们战栗。人们以前无视多萝西的存在，而现在完全排斥她。尽管我们的行为是可耻的，然而当我们三三两两聚在一起的时候，这种蔑视还是迅速而且欢快地聚积起来。这种蔑视是将我们如此紧密地维系在一起的一种力量。憎恨将人们结合起来，而发挥凝聚作用的是一种快乐。

大约在我们蔑视多萝西可怜境遇的同时，农场上的一件事落到了我的头上。我家的一群白色来亨鸡“纠结”起来攻击一只脖颈上有伤的可怜母鸡，这群来亨鸡平素里还是很友善的。这群来亨鸡让这只母鸡不得安宁，它们围着她，一看见血就去啄食，这让这只母鸡的伤口越来越大。要不是我父亲嘱咐我把它转移到其他地方，给它搭个围栏把它放在里面直到它痊愈，那一群来亨鸡会要了它的命。它还不到要成为盘中餐的时候，又“尽职尽责”地下了大约一年的蛋。我不禁问道，那些来亨鸡为什么会如此可怕的对待它呢？我得到的回答是：“哦，这我也不知道，它们

就是这么干的”。我把这种情形和多萝西的处境对比，然而，我要遗憾地说，这并没有让我的行为有什么改观。

许多年以后，当我和我的朋友们回忆起多萝西的事情，我们都毫不掩饰我们对当初行径的厌恶。当我们长大成人，对我们年少时的行为简直都不敢相信。我们怎么能纵容自己——甚至还相互鼓励——如此的下作？那时我们真的就是像那样的一种人吗？我们的女儿们也会如此吗？

[1] 一个西班牙裔的警察也被无罪释放。

[2] See http://www.youtube.com/watch?v=PmsKGhLdZuQ&feature=related.

[3] See http://www.youtube.com/watch?v=M1W_sfJant8;also see http://www.youtube.com/watch?v=9loSB5zMaoQ&feature=related.

[4] See http://www.youtube.com/watch?v=M1W_sfJant8.

[5] Jonathan Gottschall’s most recent book is The Storytelling Animal:How Stories Make Us Human（Boston:Houghton Mifflin Harcourt,2012）.目前他正在写一本关于雄性暴力的著作。

[6] D.Lin et al.,“Functional Identification of an Aggression Locus in the Mouse Hypothalamus,”Nature 470（2011）:221–26.

[7] Jaak Panksepp,Affective Neuroscience（New York:Oxford University Press,1998）.

攻击的用途

攻击行为对动物，包括我们，起到什么作用呢？从最终的目的来说，攻击，无论其各方面如何变化，都是有关资源、生存，以及传递一个人基因的事，对此无须感到惊讶。所以，如果善加利用，攻击行为常为动物带来利益。对于捕食者，针对猎物的攻击行为会带来食物。而对猎物，攻击行为和逃跑与隐藏一起是一种防卫。因此，狼獾在狩猎和保护食物和领地的过程中都极具攻击性。与社会性动物中的自愿合作不同，攻击性非常的古老。

无论你是捕食还是防卫，你都必须“打起”精神，而不能“悠哉悠哉（rest-and-digest）”。就像神经科学家雅克·潘克塞普（Jaak Panksepp）多年以前观察到的那样，能量就是兴奋。[1]精力充沛就是好的感觉，这是一种充满活力的感觉。

让我们来看看捕食者，比如狼群猎捕麋鹿。要想成功猎捕麋鹿，狼群必须要有强烈的杀死麋鹿的动力，这个动力要强到足以让狼群克服对麋鹿的恐惧，因为麋鹿有致命的蹄子和像凿子一样的角，但这样的动力又不能过强，以至于鲁莽行事，这是一个微妙的平衡。从后面进攻的狼会试图咬断麋鹿腿上的肌腱而不被踢到，而从前面发起攻击的狼则会试图避开麋鹿危险的角。它们的目的是要扯断麋鹿的喉咙。狼群的攻击和防卫是同时进行的。[2]

这种能量——强烈的欲望、恐惧和警觉——的混合对狩猎成功是至关重要的。制服猎物意味着成功，成功意味着食物，而这当然就意味着快感。也许在快感–敌意之间建立的联系部分上要归功于奖赏系统对胜利所做出的反应，这造成了一个结果：在下一次，仅仅对胜利的期待都

会带来快感。换句话说，在第一次捕获猎物之后，动物得到了多巴胺的奖赏，然后脑就在这种捕猎行为与吃的快感之间建立起联系，于是在下一次捕猎的时候，在捕猎的目标上就附着上这样一种价值。被期待的快感真正是一种快感。[3]在这种快感的产生中发挥作用的神经化学物质都有哪些呢？内源性阿片肽？内源性大麻素？多巴胺？或者是所有这些物质？

防御攻击者也要鼓足精神，虽说对攻击者的恐惧可能会压制住为行动所激发起的能量。在防御的情况中也有可能释放内源性阿片肽，这使防御的动物即使在受伤的情况下仍旧会做出回击。这一点部分地解释了快感这种感受。它也解释了经常会出现的一种现象，在打斗的时候人们的疼痛感是不强烈的，即使他遭到了枪击或者说严重的击打。成功的防御让我们沉浸在喜悦的能量中，任何恐惧都烟消云散了。击退捕食者的成功所带来的快感会令人信心倍增：我能够做到。[4]失败了会怎样呢？在防御中被击败，尤其是屡战屡败（chronic defeat），会让动物变得抑郁和退缩。

动物在保护幼崽时也会做出攻击性行为。从进化的视角去看，与那些胆怯地抛弃自己的后代并让它们早早夭亡的双亲相比，那些凶悍地回应它们后代所面临威胁的哺乳动物双亲就可能会有更多的后代存活下来，当然，这是针对其他各个方面都相同的情况而言的。因此，做出凶悍防御的动物，它们的基因就会扩散，而那些胆怯者的基因就不会。

许多动物的双亲保护幼崽的行为令人叹为观止。对任何试图接近雏鸟的家伙，乌鸦都会俯冲下去，围攻他们；松鼠妈妈会主动将自己送上门去，以便让自己的孩子有机会逃脱狗的危险。[5]熊妈妈如果感觉到她的孩子面临着威胁，会怒火中烧，而在其他的时候她却相当羞涩。对于哺乳动物和鸟类来说，保护幼崽是它们的当务之急。为人父母则会在努

力让自己的孩子入读哈佛大学或斯坦福大学的时候表现出最强烈的进攻性。[6]

捕食与防御都是竞争的形式。被盯上的猎物会为了保命和捕食者较量，而捕食者则会为获得蛋白质而出击。也有为领地展开的攻击，这实际上也是为着食物的。一块领地只能养活数量有限的动物，比如熊或仓鸮。占据一块地盘的熊会驱赶那些想在这块地盘上分一杯羹的家伙。不难看出对领地的争夺是如何被塑造的，就好像很容易明白各种捕食者是怎样不可避免地会出现的。领地权（territoriality）应该是经过了许多次的演化，就好像颜色视觉和社会性经过许多次演化一样。[7]

会存在没有攻击行为的世界吗？我们的世界大概无论如何都不是这样的。自然选择不可避免地会涉及对资源的竞争。在生物演化的某些节点上，有一些生物有能力杀死和吃掉其他生物，而其他的一些生物最终也会不可避免地演化出一种能力来抵御攻击，它们的方法或许是通过伪装、仓皇逃窜、释放可怕的气味，抑或拼死回击。动物之间的军备竞赛不断上演。[8]

[1] Jaak Panksepp,Affective Neuroscience（New York:Oxford University Press,1998）.

[2] See the video on National Geographic:http://video.nationalgeographic.com/video/animals/mammals-animals/dogs-wolves-and-foxes/wolves_gray_hunting/.

[3] See Read Montague,Why Choose This Book:How We Make Decisions（New York:Dutton,2006）.

[4] See the female grizzly fend off the wolves who are trying to get her baby:http://video.nationalgeographic.com/video/animals/mammals-animals/dogs-wolves-and-foxes/wolves_gray_hunting/.

[5] See http://www.youtube.com/watch?v＝5hw4iRcWbV4.

[6] 就像小说家D.A.Serra在对话中指出的那样。

[7] Craig B.Stanford,Chimpanzee and Red Colobus:The Ecology of Preda-tor and Prey（Cambridge,MA:Harvard University Press,2001）.

[8] Massimo Pigliucci and Jonathan Kaplan,Making Sense of Evolution:The Conceptual Foundations of Evolutionary Biology（Chicago:University of Chicago Press,2006）.

择偶竞争

接下来是性。在大多数哺乳动物和鸟类那里，雄性为获得雌性要展开竞争。这样的竞争会采取多种形式，但要获得与中意的雌性获得交配的机会，雄性都要驱赶或在表现上要胜过其他的求偶者。例如，在交配季节，两只发情的雄性大角麋会两头相抵地展开搏斗，直到其中一方筋疲力尽或者认识到自己的弱势地位，识趣地放弃。在狒狒群中，雄性首领比其他雄性有更大的权力占有雌性，而且它还会和挑战者展开搏斗，以保护自己的地位。低阶的雄性会背着雄性首领找到交配的机会，在有时还会采用欺骗的手段。[1]

雄性园丁鸟则采用不同的策略，它们会建一处奇特的处所以吸引雌性，而竞争者则试图偷偷摸摸地破坏。蓝色的侏儒鸟会翩翩起舞，每一只都使尽浑身解数将其他的鸟比下去。雌性侏儒鸟选择在它们眼中舞蹈最复杂的雄性——或者至少在人类看来是如此。雌性选择雄性，对这些鸟类来说，攻击性不如表演重要，这大概是因为雌性可以通过表演看出雄性身上令它们中意的东西——雄风与能力（不错的头脑）。[2]

人类的求偶行为要更加复杂。就像人类的许多行为一样，求偶行为亦受到文化规范和习俗、时尚和潮流的高度塑造，以至于人们都惊叹人类脑的灵活性。有时候我们可以看到，人类的求偶行为兼具了园丁鸟、用头相撞的麋鹿以及交配时炫耀的艾草榛鸡在求偶时的一些特征。[3]就像大多数其他哺乳动物一样，在人类这里，男性要为女性展开竞争。竞争就是对各个方面的展示：权力、力量、财富、美貌、大方、聪慧，以及社会地位的展示，这些展示经常都是在一种文化规范中约定俗成的。取决于文化的不同，女性也会彼此竞争，而且女性选择也许在择偶中发挥着主要的作用。

攻击性是多维度的。它有着不同的触发情况、情绪的多种混合，以及各种展示方式。它能够服务于不同目的当中的任何一个。同一个物种的不同个体之间对攻击性行为的偏好有着相当大的变化。在和平和资源丰富的时期，不易发火的好脾气对动物来说要更好，而在资源稀缺或对抗冲突中，火爆的性情也许会更能得利。而且，一只动物也许在保护幼崽时反应迅速，但在准备对猎物发动攻击的时候却不那么积极。

[1] Matt Ridely,The Red Queen:Sex and the Evolution of Human Nature.（New York:HarperCollins,1993）;Hans Kummer,Primate Societies:Group Techniques of Ecological Adaptation（Chicago:Aldine-Atherton,1971）;Shir-ley Strum and Linda-Marie Fedigan,Primate Encounters:Models of Science,Gender,and Society（Chicago:University of Chicago Press,2000）.

[2] Richard Dawkins,The Blind Watchmaker（New York:W.W.Norton,1996）.

[3] See http://wn.com/Greater_Sage-Grouse_Booming_on_Lek.

雄性与雌性的脑[1]

在我们学校，是不允许在操场上打斗的，所以那些要打斗的男孩子都会去到建在灌溉水渠上的人行天桥，这天桥就在我们学校的边上。对打架来说，这可是个不错的地方，观战的人坐在桥的围栏上为他们力挺的打斗者喝彩。这些打斗最终无非就是一方流了鼻血，招来了慷慨的乌鸦（a generous helping of crow）。老师是不会管的，除非觉得打斗的次数过了头，如果是这样的话，校长会把那些八九不离十参加了的人找来，用鞭子招待他们，这对男孩子的打斗是一个约束。女孩子不会打斗，她们传闲话。当然她们也有可能刻毒残忍，尤其是对其他女孩子，但她们不会真的去参加激烈的打斗。这样一种模式基本上全世界都是如此，虽然地域的风俗和生物学上的差异也会允许一些例外。

众所周知，男人要比女人更多地参与打架斗殴。因为人身攻击和谋杀而被判刑的男性要比女性高出很多。男人们会抢劫驿车和银行，参与战争，在酒吧里横刀相向。这样的景象几乎到处都是，那么是什么造成了两性之间的这种差异呢？

睾丸素是造成这种状况的关键因素，但造成这种差异的原因非常复杂，造成的方式令人吃惊而有趣，随便说几句关于中了睾丸素的毒（testosterone poisoning）[2]这样的话对于理解这些差异来说几乎没有什么作用。在概述睾丸素在攻击中所发挥的作用之前先来简要地处理如下问题或许是有用的：男性和女性脑的差异是怎样的，这些差异借以建立和维持的机制是怎样的？

通常，当一个卵子受精，人类的胚胎就获得了23对染色体（见图5-1）。其中的一对性染色体要么是XX（女性性基因）要么是XY（男性

性基因）。在发育的早期阶段，胚胎的性器官（性腺）是中性的，但是在胎儿发育的第二个月，Y染色体上的基因会产生蛋白质，它会将中性性腺转变成男性的睾丸。要是没有这一活动，性腺就会生长成卵巢。在发育的后半段，由胎儿睾丸所产生的睾丸素被释放进血液并进入发育中的脑。这时睾丸素就开始影响男性脑的解剖学形态。

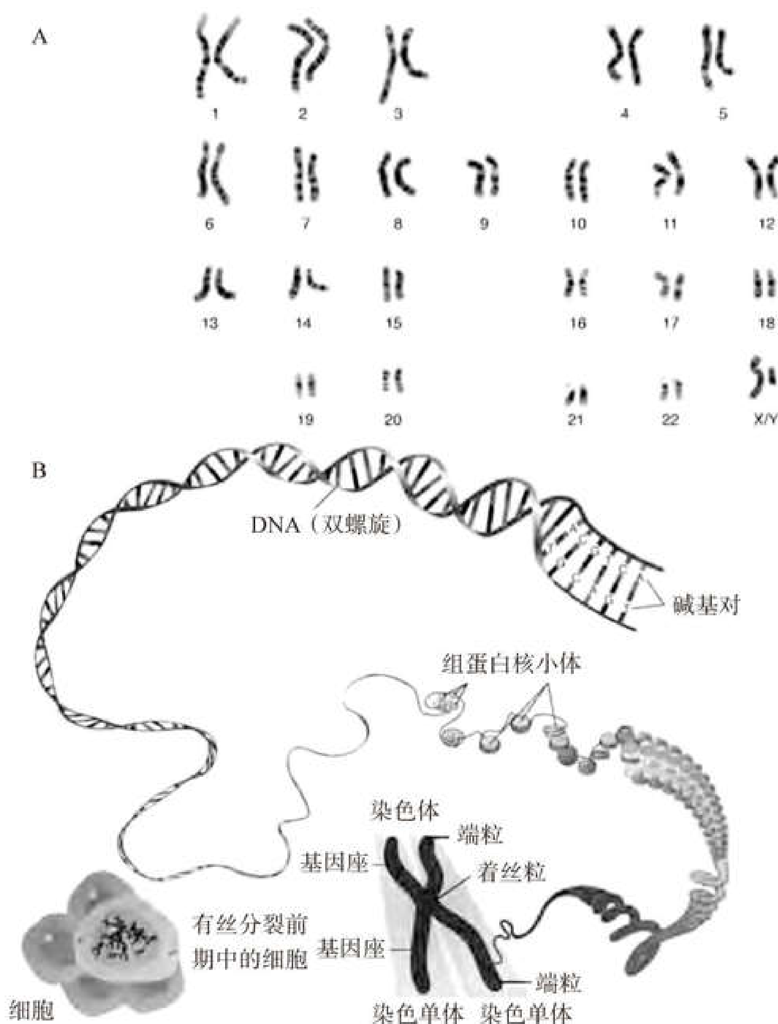


图5-1　人类染色体.（A）除了卵子和精子以外，在人类的每一个细胞中都有23对染色体，而精子和卵子仅仅携带每一个第23对染色体中的

一条。在此处只展示了男性性染色体（XY），而没有展示女性性染色体（XX）。（B）染色体、DNA以及联系DNA双链的碱基对之间的关系。基因是位于染色体上的DNA的片段。这些染色体上的基因只有大约1.5%（大约20000个）是为蛋白质编码的，而其他非编码的片段则调控那些为蛋白质编码的基因以及发挥其他一些尚未得到清楚描述的功能

Courtesy:National Human Genome Research Institute.

性激素是怎样和胎儿脑的发育互动的呢？一个简洁的回答就是，通过改变特定区域——这些区域主要与繁殖行为有关，例如上位性交与阴茎插入——神经元的数量，睾丸素的大量分泌会使胎儿的脑男性化。如果没有睾丸素的大量分泌，脑的发育就会遵行女性路径。所以我们可以将女性脑认作是脑发育的默认方案，也即是说，除非睾丸素使脑男性化，否则就自然是女性的脑。然而，正像我们将要看到的，即使在具备睾丸素的情况下，其他的一些因素，包括睾丸素释放的时间和释放的总量，也可以造成脑最终未被男性化或者男性化的程度较低。

说脑被男性化是什么意思呢？睾丸素会影响到形成神经网络的神经元数量。更确切地说，它会阻止受影响的神经网络中神经元的死亡。结果，男性下丘脑中的几个神经元群（神经核）要比女性的大两倍还要多。

为什么在发育的脑中还会有细胞的死亡？一般来说，神经系统的发育蓝图会考虑到提供一些额外的神经元，接着根据这些额外的神经元在它们的神经网络中活动的效率，那些不合格的会被剔除出去。[3]这有点像在橄榄球赛季开始的时候会招募一些额外的球员作为储备，然后会把不合格的剔除出去以形成最佳球队。睾丸素通过抑制剔除过程——细胞死亡——来影响脑的发育。所以一个区域的大小就反映了发生的剔除活

动的数量。[4]在胎儿脑中设定好的模式会终其一生维持着，而在青春期的时候会出现额外的睾丸素激增。在胎儿发育过程中被激素组织起来的回路会在青春期被激素激活。

在此有一个虽小但却重要的修正：一旦睾丸素穿过血液进入脑，一些睾丸素就会被一种酶转化成为一种更强有力的雄性激素：二氢睾酮（dihydrotestosterone）。接着一些二氢睾酮又会变成雌二醇（estradiol），雌二醇会继续使脑变得男性化。虽说看起来有点前后矛盾，但雌二醇，一种雌性激素，对男性化发展起着关键的作用。生物体的活动方式实在是奇异的，它会利用任何有用的东西来完成工作。

所以为什么女性胎儿的脑没有变得男性化？毕竟，胎儿的卵巢会制造丰富的雌性激素。由于XX染色体上基因的作用，女性胎儿会产生一种蛋白质，它会大量吸收和破坏由卵巢产生的循环的雌性激素。视基因和基因表达的时间，这样一种活动也会有变化。而且，尽管看起来令人困惑，但的确低水平的雌性激素会使脑雌性化，而高水平的雌性激素却会使脑男性化。脑中的黄体酮也会帮助下丘脑雌性化。

难道对雌二醇的这个修正我就不能忽略而不予考虑么？也许可以吧，但这个修正本身传达了这样一个事实：我们是演化的动物，而不是工程师团队从无到有设计出来的，因此在我们的脑和身体中运行着令人意想不到的机制。而这个修正多少还具有一点反讽的意味：最终，是雌性激素在使男性的脑男性化的过程中发挥了巨大的作用。

这些对睾丸素敏感的变化发生在哪里呢？大多数都发生在下丘脑——一个古老的演化结构——的一些小区域里。有些下丘脑核团调节口渴与喝的行为，其他的则调节饥饿与吃的行为。就像我们在第4章看到的，哺乳动物的有些下丘脑区域对亲代的照顾来说是很重要的。然而，

还有一些区域则调节性行为。这些调节性行为的下丘脑区域对雄性的性行为是很重要的，它们关乎雄性对雌性的“性趣”和他们与雌性交配的能力。

下丘脑中这些细胞群的大小本身并不是造成雄性与雌性在性行为和性体验方面差异的原因。真正造成这些差异的是每一个细胞群内部神经元连接的模式以及一个神经元群与脑中其他神经网络之间的各种联系。大小不过是我们眼前就能看到的结构差异。由于神经元群的大小与常规的雄性性行为相关，这就提示我们接下来要做什么研究来揭示更广泛的因果细节。

在下丘脑的一个稍微有些不同的区域——已经表明这个区域对老鼠的排卵很重要——神经化学物质多巴胺会抑制细胞死亡。在雌性的脑中，这一区域会变大，但是在青春期，而不是在胎儿期。而在雄性那里，这一区域的细胞不仅在数量上更少，而且生物化学特征也不同，它会制造和释放内源性阿片肽。如果碰巧，一个雌性在这一区域拥有阿片肽神经元，这些神经元就会抑制排卵。这一区域的细胞还投射到邻近的脑垂体，这是脑和卵巢之间关键的沟通渠道。当这些神经元活动起来，脑垂体就会释放激素刺激卵巢生产雌性激素。这样，雌性从卵巢释放卵子的循环就会开始。

在雄性（XY）和雌性（XX）群体中，对性敏感的下丘脑核团中的神经元数量会有个体差异，也就是说，某些男性拥有和某些女性数量大致相同的神经元。一般的情况就仅仅只是一般的情况，而不是不变的原则。

在雄性和雌性脑之间还有另外一个差异，这个差异有助于就是为什么雌性要比雄性更胆小也更谨慎。这样的状况不仅适用于人，对其他动

物亦是如此。当然，我指的是平均而言。比如，某个特殊的雌性鬣狗并不比某个特殊的雄性鬣狗胆小。在雌性脑中，下丘脑（腹内侧区）与另一个皮层下结构，杏仁核，有着更加紧密的联系。杏仁核对于造成恐惧反应和了解要对什么感到恐惧非常重要。从演化的角度来看，雌性哺乳动物在怀孕、生育、抚养孩子的过程中所发挥的作用意味着它们远远要比雄性更易受到伤害，它们需要更加小心谨慎。的确，杏仁核的差异对于行为的重要性还没有得到彻底的理解，而许多环境因素可能也参与了特定个体对危险的厌恶和恐惧感的形成。虽然如此，对杏仁核的了解还是可以让我们对行为中的一般差异有一个更加充分的理解。

强有力的神经化学物质整个就像一个交响乐团，这些化学物质会影响心境、人格和脾性，它们之间的联系也非常复杂。它们会影响一个人的冒险行为、攻击行为和对人们的信任，它们会影响到一个人是害羞还是喜好交际，是脾气随和还是容易动怒。不同的个体影响的水平不同，同一个人在不同时间也不同。这些神经化学物质包括血清素、血管加压素、催产素、压力激素和生长激素抑制素。在这个交响乐团中还有些什么呢？的确还有，有一些互动涉及身体其他部分，这些部分包括脑下垂体、甲状腺和肾上腺。此外，还有免疫系统，它与所有上述方面和脑保持互动。

最后，性腺的男性化（产生睾丸、阴茎和前列腺）在脑的男性化之前就出现了。基因和各种神经化学物质之间的互动控制着脑内的回路，由于这些回路的可变性，有时脑的男性化并不遵循典型的路径，这种男性化也可能以各种方式不能完成。你可能有男性的生殖器官，却有着女性的脑。

人们用老鼠作为模型动物来搞清楚性腺–脑关系的基本方面。但你可不只是一只大老鼠。因此，人的下丘脑和老鼠的下丘脑相似吗？非常

相似。雄性与雌性实验鼠下丘脑结构的基本解剖学差异在人类两性的下丘脑中也可以看到。然而，人类的性行为与社会行为要远为复杂。你有非常大的脑，尤其是你的巨大的前额叶（见图4-2），意味着你与社会打交道的灵活性以及你的控制性行为的能力比起老鼠的这些方面来说要远为丰富、易变，而且涉及更多的学习。在脑部巨大的哺乳动物那里，基因表达与由学习而引起的脑的变化之间的互动非常复杂，就像是一个稠密的灌木丛。

这一章关注的是攻击性，鉴于对雄性攻击性的统计数据，对攻击性的关注意味着我们需要思考是什么使得一个雄性的脑成为雄性的。但这还不够。要在一个更深的层次上理解胎儿脑的男性化，看到自然并不总是遵循常规的路径是有用的。仔细地思考那些其他的路径可以让我们对激素如何能够影响我们的本性有一个更宽广的理解。接下来，我们就要回到男性攻击性行为这个问题上。

[1] 许多书籍和文章都声称确知两性脑之间的差异，但其中有一些的无知程度让人汗颜，有一些只是再一次重申了在关于神经的夸夸其谈中的老掉牙的杜撰，而有一些就连激素（hormone）和发簪（hairpin）都分不清楚。但其中有一本鹤立鸡群的杰出著作，即Man and Woman：An Inside Story（New York：Oxford University Press，2011），它的作者是Donald Pfaff，他是洛克菲勒大学的神经内分泌学家，毕生都在研究激素与脑的互动。这本书可读性极强，我从Pfaff的研究中获益良多。

[2] “中了睾丸素的毒”是一个带有贬义的表达，它并不指实际的中毒，而是对男性刻板行为的一种负面感知。这个没有多少事实内涵并有争议的表达是基于这样一个信念：与不具有更多男性特征的男性相比，那些更具男性特征的男人和男孩具有更多的负面特征。参见http://en.wikipedia.org/wiki/Testosterone_poisoning。——译者注

[3] See Donald Pfaff,Man and Woman:An Inside Story (New York:Oxford University Press,2011) .

[4] See Donald Pfaff,Man and Woman:An Inside Story (New York:Oxford University Press,2011) .

人类在性发展上的不同道路

具有XX和XY的胚胎都有他们各自典型的脑-激素互动，对这些互动人们已经给出了轮廓式的基本解释，但并非所有的情况都符合这种原型。可变性始终是生物过程的一部分。例如，染色体可能会出现异乎寻常的排列。虽然很罕见，但卵子或精子也许实际上会携带不止一条染色体，这样胚体最终的性染色体就不只是一对。每650个男性中大约有一个生下来就有XXY，这种状况就是所谓的克兰费尔特综合征（我在第1章中提到，我的哥哥就身患此症）。尽管结果可能会十分不同，但在这里所发生的情况基本上就是由Y染色体提供的睾丸素被雌性激素所淹没，而雌性激素的生产是与两个X染色体相联系的。这会影响到性腺发育，肌肉组织以及生育能力。除此以外还会让人们付出认知上的代价，这主要是与前额叶皮层在冲动控制以及推迟享乐的能力方面所发挥的作用有关。

还可以看到染色体的其他变化：在1000个男性中约有1个生下来就带有XYY。人们常常没有注意到它是因为它并没有反映出统一的症状。人们一度认为具有XYY的人尤其具有攻击性，但这种观点没有什么经验的根据，实际上这种观点已经被表明是不正确的。XXYY则是一种更为罕见的类型（20000个出生男性中大约有1人），它有多种有害的影响。这种状况与惊厥、自闭症以及智力发育迟缓有关。胎儿仅仅只有一条染色体的情况——一条X染色体——就是特纳综合征，比例大约为1/5000。这一疾患的破坏性效果波及很广，包括身材矮小、低位耳（low-set ears）[1]、心脏缺陷、不起作用的卵巢，以及学习能力缺失。如果胎体只有单个的染色体——一个Y染色体——它可能就无法移植入子宫，也绝不可能发育。

所以就染色体的层面来说，我们看到染色体的可变性证明我们所有人要么是XX，要么是XY这个说法是不实的。基因的可变性造成了脑发育的可变性，这种可变性又是什么情况呢？来自遗传和环境的各种因素会使得身体及其脑的发育偏离其典型的过程。

让我们来看一下具有XY的胎儿。雄性激素（睾丸素和二氢睾酮）要在脑中起作用，它们必须要绑定特殊受体，这些受体是为雄性激素量身打造的。雄性激素适合于这些受体就好像钥匙适合于锁一样。受体实际上是由基因制造的蛋白质。即使制造雄性激素受体的基因（SRY）出现微小的变化也会导致故障。基因中微小的变化并不鲜见。在有些遗传变化中，受体丧失了合适的使得雄性激素可以绑定的形状。这阻止了性腺和脑的男性化的过程。在其他的遗传变化中，受体蛋白完全缺失了，因此雄性激素根本就没有东西可以去绑定。在这种情况中，尽管具有XY的遗传构成，雄性激素也不可能使脑或身体男性化，结果，婴儿尽管在遗传上是男性，但仍旧可能会有小的阴道，并且在出生的时候会让人们以为是女婴。这样的婴儿在青春期的时候乳房会发育，尽管她/他并不会出现月经，也没有卵巢。有时人们会说：这个人在遗传上是男性，但在身体上（表现型上）却是女性。这样的人通常都会有正常的生活，他们或者对男性有性吸引力，或者对女性有性吸引力，或者在某些情况下，对两者都有吸引力。

如果一个具有XX的胎儿在子宫中处于一个高睾丸素的环境中，那么在出生时，她的性腺就可能很不确定，她会有着一个大的阴蒂或一个小的阴茎。这一症状被称为先天性肾上腺皮质增生症（congenital adrenal hyperplasia），简称CAH。通常这一症状是遗传异常的结果，遗传上的异常引起肾上腺生产了过剩的雄性激素。在孩子的时候，她更有可能参与那些毫无规则的混战游戏，而回避那些更为女孩所喜爱的游戏，比

如“过家家”。在青春期的时候，雄性激素会飙升，她会发育出一个正常的阴茎，而睾丸会下降，她的肌肉组织也会更趋男性化。虽然是作为女孩抚养长大，但具有这种生理历史的人倾向于作为一个具有异性恋性倾向的男性生活。具有男性性染色体XY的胎儿也可能携带遗传缺陷，但在那种情况中，过剩的雄性激素与男性的身体与脑是一致的，因此症状也就不会被注意到。

在这样的发现中有一些已经开始被用于解释性别认定这样的事情，如果没有这些发现，性别认定会让我们感到困惑。一个人从遗传上说具有XY性染色体，具有男性性腺，并且是典型的男身体，但他也许根本不觉得自己是个男人。就性别而言，他觉得自己完全是个女性。将他限制在男性性别模式中会造成剧烈的痛苦和分裂，有时会以他的自杀收场。反过来，一个在遗传上具有XX性染色体的女性也许会体验到一种强烈的信念：在心理上，在她的真实本性上，她是一个男性。有时这样的分离会被描述成困在男性身体里的女子或困在女性身体里的男子。从统计上来看，由男到女的性别转换大约是由女到男的性别转换的2.6倍。[2]

对人的这方面的确信难道不只是任意驰骋的想象吗？在到多数情况中，事情纯粹只关乎生物学。一旦我们知道有关的多种因素，遗传的或其他方面的，这些因素能够改变脑被男性化的程度，那么要对一个人怎么会在他或她的性腺与他或她的性别认定之间感到一种分离这个问题把握住一种生物学上的解释就不太困难了。

例如，在胎儿发育中，造成GnRH（促性腺激素释放的激素gonadotropin-releasing hormone）的细胞有可能没有正常的转移到下丘脑。如果是这样的话，脑的典型的男性化过程就不可能发生。对于某些个体来说，对染色体–表现型分离（男性染色体XY但却是女性的性别认定）的解释或许就取决于GnRH，尽管存在着睾丸素在血液中的循环

流动。值得注意的是，有数据表明绝大多数的由男到女的性别转换的确具有正常水平的睾丸素循环，而绝大多数由女到男的性别转换则的确具有正常水平的雌性激素循环。这意味着我们不能通过这些激素在血液中的水平来解释他们所面临的困境。在这里，我们有必要把视线投向脑本身。

根据在性别上展示出双态的脑区（sexually dimorphic brain areas）来对行为的变化做出解释是否走对了路呢？就人来说，目前回答这个问题的唯一方式就是在尸检中对脑进行检查。如下一些证据表明这样的解释是对的。第一，临近丘脑有一个被称作终纹床核（bed nucleus of the stria terminalis，BNST）的皮层下区域。通常，男性终纹床核的大小大约是女性的两倍。对于由男到女的性别转换，这个终纹床核的情况又是怎样的呢？由于只能从尸检中获得数据，因此这方面的数据很有限。尽管如此，就目前已经检查过的由男到女性别转换的脑来看，在BNST中细胞的数量要少，这个数量更接近于标准的女性的数量，而不是标准的男性的数量。对一个由女到男的性别转换的单个案例所做的尸检显示，这个脑的BNST看起来更像是一个典型男性脑的BNST。

最初是什么原因造成了这种性腺与脑的错配呢？对此仍旧没有明确的答案，但是除了不计其数的基因可能发挥作用的诸多方式以外，母亲在孕期摄入的各种药物与毒物也是可能的因素。那么都是什么药物与毒物呢？在各种药物与毒物中，尤其值得注意的是尼古丁、苯巴比妥和安非他命。

和我那一代的其他许多人一样，在1975年，BBC采访英国记者和旅行作家詹姆斯/简·莫里斯（James/Jan Morris）的时候，我才第一次知道了性别转换。莫里斯天赋异禀、头脑明晰，有着令人惊叹的幽默感。在采访中，她提到了自己在困境中的漫长挣扎：从她5岁起，她就确然

无疑地感到自己像是一个女孩子，但她却有着男孩子才有的身体，并在人前将自己表现成一个男孩子。在其关于这一主题的直率著作《难解之谜》中，莫里斯深刻而且毫不隐讳地叙述了自己的体验：无法在自己的身体中享受像在家一样的平静，无法享受到你就是你所带给人的平静。莫里斯和他深爱的一个女子结婚并育有五个孩子。人人都说他是一个尽职和慈爱的父亲，但随着时间的流逝，他变得越来越痛苦，一直到他50多岁，在他妻子的支持下，他才经历了漫长而困难的变性过程。莫里斯发自肺腑地描述了这个变化：

如今当我低头看我自己，我不再觉得自己是一个杂种或怪物（hybrid or chimera）：我浑然一体，再一次完美无缺，很久以前，当我登上珠穆朗玛峰的时候，我才如此心花怒放过。在没有变性之前，我觉得自己虽瘦，但全身尽是肌肉，而如今我觉得自己干净清爽、赏心悦目。那些曾经让我愈发憎恶的男性才有的突起（protuberances）已经一扫而光了。在我眼里，我自己已经恢复正常了。[3]

性别认定是一回事，性取向（sexual orientation）则是另一回事。绝大多数的同性恋者对于性别认定没有丝毫问题。他们只是被与他们同性别的人所吸引。这多少也适用于异装男性，他们完全满意于自己的男性身份，但他们也享受穿着女性的衣装。性取向和大脑是怎样联系的呢？毫无疑问，有许多因果路径能导致同性恋或双性恋，这些因果路径中大多数都以这种或那种方式与下丘脑有关。有时，性取向会受到前面讨论的染色体变异和遗传变异的影响。变性者的下丘脑的变化或许与其他性取向者的下丘脑的变化非常的不同。

[1] 低位耳是指耳轮与颅的交点低于内眼角水平线或耳轮低于睑裂水平线，染色体缺失是造成这一状况的主要原因。——译者注

[2] Ai-Min Bao and Dick F.Swaab,“Sexual Differentiation of the

Human Brain:Relation to Gender Identity,Sexual Orientation and Neuropsychiatric Effects,"Frontiers in Neuroendocrinology 32（2011）:214–26.这是一篇技术评论，但行文异常清晰，图表也很有帮助。

[3] Jan Morris,Conundrum（London:Faber,1974）.

性吸引及其生物学机理

对于同性恋者的脑和其行为的生物学基础即使只有那么一丁点了解也会造成巨大的社会影响。虽说还是有人认为同性恋是一个人做出的生活选择，但在过去的30多年，这个观念的可信度已经大打折扣了。造成这一变化的一个重要原因是西蒙·勒维（Simon LeVay）在1991年的发现，这个发现有关下丘脑的一个小区域（再次参见图4-4）。通过在尸检中对脑所做的比较，勒维发现男同性恋者脑中下丘脑的一个小区域在解剖学上不同于男异性恋者的这一区域；男同性恋者的这一区域更小，它更像女性脑中的这一区域。不可能仅仅依据这个发现就将这一脑区看作性倾向的来源，也不可能依据这个发现就确定地说同性恋者是天生的。作为一个不屈不挠的科学家，勒维对此完全清楚。虽然如此，但就我们已经了解的在性行为中下丘脑所发挥的作用，以及我们已经了解的对于胎儿脑发育的情况来说，我们似乎很有理由猜测有些人就终究会是同性恋。更晚近的研究强烈地支持这一猜测。

对许多人来说，勒维的解剖学发现所揭示的简单事实削弱了神学论证的权威，这个论证要表明同性恋是一个人生活的选择，是一条直接通往地狱的道路。尽管从数据本身并不能得出性取向基本上就是一个生物学特征的结论，但在引致人们对同性恋态度的变化上——这种变化尤其体现在年轻人的群体中，但并不局限于他们——勒维的发现是一个强有力的因素。反鸡奸的法律得到了修改，父亲们公开地接纳了他们同性恋的儿子，那些口口声声挞伐同性恋的神学家和牧师的伪善嘴脸也暴露无遗，因为他们自己也被爆出是同性恋。当然这些改变不是一夜之间出现的，精心组织的运动，比哈维·米尔克[1]在旧金山发起的运动，也在这些改变中发挥着极端重要的作用，但关于脑的发现以一种特殊的方式奠定

了对同性恋态度改变的基础。

似乎没有什么证据能够表明环境与性取向之间有什么关系。就人们所知，性取向没有什么“传染性”。具有同性恋性取向的父母的孩子并不比异性恋父母的孩子更有可能成为同性恋。这暗示了在涉及基因、激素、神经化学物质，以及胎儿脑发育等各方面的错综复杂的因果关系中，下丘脑的某些细胞群在各种不同的程度上被男性化或没有被男性化，这造成的结果就是性取向基本上在出生前就确定了。在这种状况中发挥作用的是生物学，而不是一个人在成年之后做出的选择。没有哪个5岁的孩子会选择成为一个同性恋。

这一节的要点是讨论就男性与女性脑的差异，尤其是与睾丸素相关的差异，来说，我们都知道些什么。人类胎儿脑的男性化或女性化的生物学机制的变动性是令人印象深刻的，这一节要点的讨论就是在这样一个更为广泛的背景中展开的。我们所有人要么就像亚当，要么就像夏娃，这是一个简单的想法，但这个简单的想法已经被基因、激素、酶，以及受体所合奏的精妙的生物交响乐证明是错误的。过去40年，神经科学所取得的辉煌成就之一就是在解释脑与性的联系上取得了卓越的进步。

[1] 哈维·米尔克（Harvey Milk），美国同性恋运动人士，是美国政界中第一个公开自己同性恋身份的人，1978年被刺杀身亡。——译者注

睾丸素与攻击性

与社会性的鸟类和哺乳动物的自愿合作不同，攻击性的根源深深地扎根在我们的生物历史中。即便是小龙虾和果蝇也会做出攻击性行为。哺乳动物的攻击性行为依赖于许多神经化学成分和激素成分。在各种成分中，睾丸素是一种重要的成分。不仅仅有各种成分，而且在它们之间还有巨大的相互影响。追踪这些成分之间的互动就是在追踪一个动力系统，这个系统迅速变得非常复杂。这有点像追踪一次龙卷风的运动与发展。高气压与低气压、暖锋与冷锋的分布与大小决定了是否会形成以及在哪里形成龙卷风。龙卷风一旦形成，它本身就会对上述这些因素形成影响，而它们又反过来继续影响龙卷风，如此循环往复。尽管调节攻击性行为的这些成分之间有着天然的互动，在这些互动中还是相当清晰地展现出了一些一般的特征。

下面要看到的是一个重要且始终如一的发现。在一个特定男性那里，睾丸素和压力激素之间的平衡是对其攻击性情况的一个强有力的预报器。一个人尤其具有做出攻击性行为的倾向这一特征，似乎与睾丸素与压力激素之间的失衡相关联。倾向于攻击性这一点不仅要看一个人的睾丸素本身的水平，还要看压力激素（主要是皮质醇）与睾丸素之间的比率关系。[1]

说得更精确一些，那些具有高水平睾丸素和低水平皮质醇的雄性动物要比那些具有高水平睾丸素并且也具有高水平皮质醇的雄性动物更具有攻击性。具有两高的雄性动物更加警觉也更加精于计算。相反，一高一低的雄性动物对于紧随其后的有害后果就不那么敏感。大略说来，具有更高皮质醇的动物更有可能评估后果并知道冒险意味着什么。当高水平的睾丸素与高水平的皮质醇达到平衡，雄性就可能大胆却不冒失。在

实验中，当提高男性的睾丸素（而不是皮质醇）水平，他们的恐惧水平就会下降，尽管被试自身并没有有意识地察觉到这一点，这一结果是与如下假设相一致的，即睾丸素与皮质醇的平衡事关重大。[2]

那些具有低水平睾丸素与高水平皮质醇的动物则更易于感到恐惧并完全避免与其他动物发生争斗。他们对于冒险和可能的危害尤其敏感。在攻击性的光谱上，他们处在保守的一端。

那么是什么控制着睾丸素和皮质醇之间的平衡呢？有许多东西，包括基因、其他的激素、神经调节物质、年龄，以及环境。例如，在雌性黑猩猩开始发情的时候，雄性黑猩猩就会释放睾丸素。

由于压力激素会随许多因素发生变化，这也使得对攻击性的解释变得复杂。有一些因素是内部的，例如一个遗传变体（variant），而有一些因素则是外部的，这些因素与地方性的社会实践有关。例如，假设一个男性恰好体格健壮，身材魁梧。在某些社会环境中，比起身材矮小瘦弱的男性来说，他就不会有那么大的压力，因为其他的男性害怕惹恼他。在这种社会环境中，人们谨慎地对待这样的个体，很少去招惹他，因此他们逐渐就被看作温柔的巨人（gentile giants）。

然而，如果一个社会更崇尚大男子气概，那么同样是这个人就会恰恰因为他的健壮与魁梧而受到其他人的考验。在这种“证明你自己”的环境中，一个人的压力水平会更高。他常常受到招惹，因此他会经常性地警惕这样的招惹并对此做出反应。在这种压力环境中他更会表现出攻击而不是温和。所以，外在的社会习俗就是影响攻击性的第三个维度。

攻击性还有它的第四个维度：神经调节物质血清素。大致说来，血清素的水平会影响到攻击性是出于冲动（低血清素）还是有计划的（高血清素）。在此，还伴随着情绪反应，因为冲动行为一般是由非常强烈

的情绪，例如愤怒，促动的，而有计划的行为似乎包含更多的情绪控制——沉着而不是愤怒，耐心等待出手的时机而不是鲁莽轻率地乱来。如果一个男性处在高血清素的情况下，而他的睾丸素和皮质醇又达到标准的平衡，那么他会更为突出地表现出强烈的警觉，而不是愤怒与恐惧。

让我们来看一下这样一个男性，他具有高睾丸素、低皮质醇、低血清素。这样一个人会很成问题，他也许不会感到害怕而且易怒，并且他的愤怒很难得到控制。[3]通过提高血清素水平来改变比例关系，他的攻击性冲动就会得到更好的控制。现在让我们来看另外一个男性，他也具有相同的搭配：高睾丸素、低皮质醇和高血清素。这之外，再假设他很少体会到共感（empathy）。出于论证的目的，让我们假设他的催产素水平恰好也不高，这影响了他的低共感反应。这样一个人在其行为上也许很易发生心理病态。他是一个富有攻击性的人，但他会周密计划，而且在准备期间也不会觉得焦虑。在行动实施以后，他也不会对他所造成的伤害感到后悔。《美国杀人魔》（American Psycho）这部电影就刻画了这样一个人。

事情到此还没有完。对于攻击性来说，还有一个完全无法预料的维度（我们已经有了五个维度）：一氧化氮（nitric oxide），一种气体。这种气体是由神经元释放的，它会抑制攻击性。一氧化氮是由一种叫作一氧化氮合成酶（nitric oxide synthase）的酶制造的。如果雄性动物恰好缺少制造这种酶的基因，那么比起具有制造这种酶的基因，因此一氧化氮的含量正常的动物来说，它们就尤其具有攻击性。与雄性相比，缺少制造这种酶的基因的雌性动物并不具有强烈的攻击性（hyperaggressive）。有证据表明，在多巴胺——奖赏系统中的一种重要神经递质——与一氧化氮之间存在互动。这两者的平衡与对攻击性的控制有关，但人们对于一氧化氮与诸如睾丸素或血清素这样的成分之间

是如何互动的还并不确切了解。

此外，对于雄性，睾丸素还发挥着保护后代的作用。血管加压素在做出攻击性行为中也是很关键的，这些攻击性行为针对的是配偶和后代所面临的那些威胁。有趣的是，即使睾丸素维持在很低的水平，被阉割的雄性老鼠在血管加压素受到调控的情况下还是会攻击巢穴的入侵者。我们前面已经说到，血管加压素是一种古老的激素。除开其他的因素，这种激素与哺乳动物的亲和行为（affiliative behavior）有关，而且据认为，雄性的这种激素要比雌性丰富。在脑中，血管加压素主要作用于皮层下神经元，尤其是那些与恐惧和愤怒有关联的神经元。正像我们已经逐渐预料到的，血管加压素与一系列成分中的其他成分之间也有相互的影响。

要对神经元造成影响，血管加压素必须要绑定神经元上的受体，并且相互之间很合适，就像打开锁的钥匙。没有受体也就不会有任何效果。血管加压素受体在杏仁核——一个复杂的皮层下结构——中的密度会影响到对恐惧和愤怒所做出的反应的性质，由此影响到攻击性行为。进一步，血管加压素受体的密度本身则依赖于雄性激素，包括睾丸素的存在。此外，雄性激素会刺激表达血管加压素本身的基因。如果激素和受体合奏的交响乐达到恰当的平衡，合适的行为就会在合适的时间出现，这也就奏出了恰当的音乐，但出现不一致和不协调的机会还是很多的。

对于雌性来说，保护后代的神经基础与雄性在这方面的神经基础是有些不同的。下面是对这种不同的一个精简叙述。黄体酮会抑制雌性的攻击行为。黄体酮是在卵巢、肾上腺，以及孕期，在胎盘中生产的。在生育以后，母亲的黄体酮水平会立刻下降，但她的催产素和血管加压素的水平依旧很高。催产素对攻击性的表达是很关键的，而尤其是在焦虑

水平很高的雌性那里，更高的血管加压素水平与强烈的攻击性相关。人们给催产素贴上了“拥抱激素”的标签，[4]但生物运作的复杂性远不止如此。如果一个母亲在保护她的幼雏时非常凶悍，那么黄体酮和催产素的平衡在这样的表现中发挥了关键的作用。[5]

雄性和雌性脑的差异还体现在从前额叶皮层向涉及攻击性的皮层下结构，诸如杏仁核与BNST，发出投射的密度。此外，比起雌性，在雄性的杏仁核和BNST中接受雄性激素（雄性的性激素）的受体有更高的密度。我们还应记住的是，在一个种群内部，激素的水平、受体的密度、对环境刺激的敏感性、基因与环境之间的互动等这些方面也存在着大量的自然变异性。

在捕食、防御和性竞争中都会出现攻击性行为，负责这些攻击性行为的脑回路有重合吗？脑回路的接线具有多重用途是可能的。其他区域中的回路似乎就具有多重用途，所以如果负责攻击性行为的回路也具有多重用途也不必感到奇怪。如果是这样一种情况，那么哺乳动物表现出的攻击性就有可能是不适当的（sloppy），它们的攻击性并不总是与刺激或情境严格的相呼应。

对这一节做一个总结：的确，睾丸素在雄性攻击性行为中发挥着主要的作用，但是单单只有高水平的睾丸素并不能确保雄性会特别具有攻击性。攻击性是一个由多种维度的因素共同激发的状态。

[1] Estrella R.Montoya,David Terburg,Peter A.Bos,and Jack van Honk,“Testosterone,Cortisol and Serotonin as Key Regulators of Social Aggression:A Review and Theoretical Perspective,”Motivation and Emotion 36,no.1（2012）:65–73;see also Cade McCall and Tania Singer,“The Animal and Human Neuroendocrinology of Social

Cognition,Motiva-tion and Behavior,”Nature Neuroscience 15,no.5（2012）:681–88.

[2] Jack van Honk,Jiska S.Peper,and Dennis J.L.G.Schutter,“Tes-tosterone Reduces Unconscious Fear but Not Consciously Experienced Anxiety:Implications for Disorders of Fear and Anxiety,”Biological Psychiatry 58（2005）:218–25.

[3] David Terburg,Barak Morgan,and Jack van Honk,“The Testosterone-Cortisol Ratio:A Hormonal Marker for Proneness to Social Aggression,”International Journal of Law and Psychiatry 32（2009）:216–23.

[4] 在Paul Zak的The Moral Molecule：The Source of Love and Prosperity（New York：Penguin，2012）一书中会看到关于催产素的这些令人不解的主张。

[5] Anne Campbell,“Attachment,Aggression and Affiliation:The Role of Oxytocin in Female Social Behavior,”Biological Psychiatry 77,no.1（2008）:1–10.

控制与驾驭攻击性

所有哺乳动物在它们的前额叶皮层和皮层下结构之间都有连接以进行自我控制，对此我们将在第7章做详细的讨论。在此，我们只是简要地看一下社会性哺乳动物对攻击性的自我控制。

哺乳动物的脑在进化过程中扩展和修改了在爬行动物那里已经具备的用以维系生命的有效和可靠的回路。在爬行动物那里运转良好的基本的维持生命的回路并没有被废除，疼痛和舒畅是学习机制的枢纽，它们并没有被推倒而代之以一套全新的设计。它们实际上只是被修正和改装了。[1]哺乳动物和鸟类的皮层下结构要负责攻击与防御、应战与逃跑、驱动和激励（“边缘”脑，the“limbic”brain），这些结构对于维持它们的生存来说是强而有力的，没有这些结构，皮层就毫无用处。[2]

前额叶皮层和下丘脑之间的通路既增加了情绪反应的灵活性，也让这种反应更具智能。它们增加了前瞻性和创造性。它们让我们的行为受到更多的限制，也让我们做出智能行为，而不只是纯靠本能。

除了激励和情绪回路以外，前额叶皮层与奖赏回路有着非常丰富的联系。与奖赏系统的联系为塑造情绪与驱动力的情绪表达创造了条件，甚至也为某些类型的行为，比如群体中的攻击性行为，的习惯性抑制创造了条件。社会性哺乳动物会了解何种形式的亲缘竞争是允许的，何种不行，而幼年期的玩耍是这种学习的关键组成部分。由于受到反对，奖赏系统会将某些行为，比如攻击性行为，的出现限制在非常特定的情况下，比如在需要自我防御的时候。需要学习的东西包括如何将注意力转移到其他地方，如何缓解愤怒这种感受。在早年学到的社会习惯深植在脑系统中，它们不会轻易发生变化。[3]

就像在群体内部一样，群体之间的敌意也受制于地域的风俗。如果你是生活在极北的因纽特人，除非是在一些非常特定的情况下，这些情况通常都涉及侵犯领地或某种高度有组织的比赛，[4]否则你会在一个不鼓励攻击性行为的群体中成长。人类学家弗朗茨·博厄斯（Franz Boas）在1888年报道说，在因纽特人营地，人们会杀死因迷路而误入这个群体狩猎领地的猎人，而且这种情况还并不罕见。但是，就博厄斯能够确定的来说，因纽特人并没有发生过群体之间的战斗。[5]在夏季，他们会有贸易集会，许多群体聚集在一起，交换工具，允许年轻人之间相互求爱。

相反，巴西的亚诺马米人（Yanomamo）人则倾向于鼓励孩子的攻击行为，向他们传授战斗技巧（至少在近来人类学家研究他们的时候是这样的情形）。[6]由于人口增长的压力，成年男性频繁地劫掠其他群体。海达族人（the Haida）似乎也是这样的情况，他们居住在海达瓜依（以前的夏洛特皇后群岛），临近不列颠哥伦比亚省的北部海岸。海达族人与他们的邻居特林吉特（Tlingit）部落和撒利希（Salish）部落形成鲜明的对比，后两个部落被劫掠，但自己通常都不会去抢掠。（在第6章会看到对这种差异的更多讨论）

我们生活在社会实践的矩阵中，这些实践塑造我们的预期、我们的信念、我们的情绪，以及我们的行为——甚至是我们内脏的反应。我们的人格和脾气是在社会实在的架构中得以塑造和形成的。这个矩阵给予我们身份和力量，以及，首要的，可预测性。社会习俗的矩阵既是利益也是束缚，就好像一艘帆船：你要想让帆船在水面上运动，你就必须要照它的规则来操作。

不同的帆船装配（configuration）会以不同的方式为水手发挥它们的作用，而其中有一些装配并不总是会引起人们的注意。龙骨对于航行

至关重要，它最早是由维京人在大约公元800年发明的，这个装置给维京人在航海中带来了巨大的利益，更不要说为他们的征服与劫掠所带来的好处。[7]同样，社会制度，比如通过向老百姓征税来维系一支独立的警察力量或者允许妇女投票，并不会引起人们的注意，至少在它们切实发挥作用以前是不会引起人们注意的。一项社会制度一旦被成功尝试就倾向于固定下来，日益成熟并不断扩散，它们会成为人的第二天性。它们的正当性似乎是不言而喻的，清楚无误，无须解释。我们会杜撰神话，将它们描述成放之四海而皆准的，将它们描述成自人类的黎明就在发挥作用的，或者将它们描述成由超自然的存在所赋予的。



在这一章我们考察的主要目标是攻击性以及憎恨与快感之间的联系。很奇怪，关于这一联系的神经生物学研究很少，心理学的研究也不多。在思考这一联系的某些关节点上，我都在想当我认为存在着这种联系的时候，我是否犯了一个赤裸裸的错误。我猜我并没有错。我想敌意并不总是涉及快感，但在有些情况下，尤其是在群体与群体之间发生龃龉的时候，这两者之间似乎是密切联系着的。很明显，激素平衡、受体密度，以及各种激素的分布也很重要。大致说来，男性和女性在攻击性行为上是不同的，尽管这些行为上的倾向可以通过文化矩阵来调节，但行为上的不同还是与男性和女性的激素相关。

与此同时，所有哺乳动物的攻击性冲动都受制于自我控制，但在详细地审视脑是如何调节自我控制之前，我想在下一章探究一个更为基本的问题：我们的基因使我们倾向于和其他的人发生冲突吗？

[1] Jaak Panksepp,Affective Neuroscience（New York:Oxford University Press,1998）.

[2] A.R.Damasio,The Feeling of What Happens（New York:Harcourt Brace&Company,1999）.

[3] Michael Eid and Ed Diener,“Norms for Experiencing Emotions in Different Cultures:Inter-and Intranational Differences,”Journal of Personality and Social Psychology 81,no.5（2001）:869–85.

[4] 的确出现过谋杀男性，而谋杀者通常不止一名女性的情况，虽说会引起不快，但只要不再恶化，这样的事情也就被容忍下来。

[5] Franz Boas,The Central Eskimo（Washington,DC:Sixth Annual Report of the Bureau of Ethnology,Smithsonian Institution,1888）.

[6] N.Chagnon,Yanomamo（New York:Harcourt Brace&Company,1997）.

[7] See http://www.rosala-viking-centre.com/vikingships.htm.

第6章　一场如此可爱的战争[1]

“战斗的快感让人上瘾，这是一种强大且常常会致命的瘾，因为战争就是一种毒品，一种我已经服用了多年的毒品。”

克里斯·赫奇斯[2]

[1]　这一章的标题是由一部精彩的音乐剧《哦，一场多么可爱的战争》改写来的，这部音乐剧的基础是查尔斯·切尔顿（Charles Chilton）1961年写作的广播剧《漫长的足迹》。这部音乐剧呈现出一个令人寒心的对比，一边是将军与政客们愚蠢的狂傲和乐观，另一边是第一次世界大战的丑陋与可怖。它嘲讽了用来粉饰太平的令人愉快的宣传。

[2]　Chris Hedges,War Is a Force That Gives Us Meaning（New York:Public Affairs,2002）,3.

种族灭绝是基因惹的祸？

这是一个微妙的问题，为什么这样说呢？对于人们所做的任何事情，他们都必定有那样做的能力，因此他们也就必定具有提供那种能力的连线（wiring），如果不是这样，人们就不可能做出那个行动。所以，如果人能够杀死其他人，并且这也是经常发生的事，那么他们必定具有这样做的能力，因此也就具有提供这种能力的连线。暂且这样说吧，但问题是我们要如何面对这样一个假设，即杀死其他人是由我们的演化历史选择出来的，而这也就是我们为什么杀死其他人的原因。按照这个假设，之所以存在连线是因为存在着专门制造支持杀死其他人的连线的基因，这些基因在人脑演化的过程中被选择出来。这样一种主张并没有获得证据的支持。

由于人类干下了种族灭绝这样的事就说种族灭绝要记在我们的基因头上，这样的说法就好像说我们有专事读写的基因因为人们做着读写这样的事。我们知道这后一种说法是错误的，读和写是5000年前才出现的，它之所以可能是由于人们具有其他更为一般的能力，例如精细地控制手部运动的能力和精细的模式识别的能力。读和写是文化的创造的产物，它就像野火一样扩散，虽然看起来它和我们做的任何事情一样基本，但它们是文化的创造。而且，在发明读和写之前，人类已经绵延了大约25万年的时间，所以原本就无法一眼看出它们是文化创造。实际上，有些生活在美国的原住民，例如因纽特人，尽管说到各种工具和船只，他们是发明的行家里手，但他们从来都没有发明出书写。[1]

就我们现在所知道的，人类的战争同样不是生物演化选择的产物。就像阅读，战争也是利用了其他能力的一种文化创造。也许在猎捕大型哺乳动物，比如野牛和熊，的时候被调动起来的令人血脉贲张的杀戮欲

也被调动了起来去猎杀人类。在某些环境中，人们也许会发现其他人是蛋白质的很好来源。[2]视情况而定，从猎杀野牛扩及杀死族群之外的人也许不需要什么过渡。的确，石器时代的人类祖先必须要勇敢、聪明，毫不气馁地猎杀非人哺乳动物。他们必须要体力充沛地狩猎，心甘情愿地杀死动物来获得食物。男人们就像结成群的狼，他们需要团结在一起来成功地应对危险和困难的任务。[3]

当人口日益增长，通过劫掠和抢夺所获得的利益越发明显的时候，棒击刀砍这种典型的狩猎方式是否也延及到其他人身上，这一点还不确定。我们已经清楚的是自人类的活动被记载以来，也就是在农业社会开始之后过了大约5000年，劫掠与征服，连同俘获奴隶一起，就已经大行其道了。[4]战争的大门一旦敞开，似乎就有一种力量让它顽固地不再关上，就好像书写，装饰身体，以及穿鞋子。

能够诉诸基因来解释因纽特人和亚诺马米人在有关劫掠与战争的态度上的差异吗？虽然并非不能做这样的设想，但在仓促地认为基因的差异解释了与战争有关的风俗上的差异之前，还有其他的解释需要考虑。生态状况对于群体之间的暴力是否会固定为一种实践会造成重要的影响。不妨想一想，冬季的因纽特人营地规模不大，且相互之间相距很远。开阔的地形加上雪橇犬早早地吠叫，想要蹑手蹑脚地靠近一幢冰屋（igloo）近乎不可能。所以，北极的地形并不适宜于战争。因纽特人虽然并不热衷于战争，但却实在是坚韧又狡猾的猎人。要是有利可图的话，他们也许会不惜发动战争的。对因纽特人来说，打猎海豹实际上总是要比劫掠更加有利可图，劫掠的后果不可预测，面临着死亡与致残的威胁，不大可能收获任何有价值的东西[尽管因纽特人的确为了抢夺女人向南劫掠过克里族（Cree）人的营地，这可能是为了避免近亲婚育（consanguinity）带来的灾难而采取的策略]。

在北极的夏天，营地的规模虽然会变大，但任何两个营地之间的距离还是使得人们在劫掠这件事情上望而却步。夏天，要在毫无树荫遮挡的北极发动一次偷袭甚至更是徒劳无用的，在盛夏的极昼，一天24小时的光照，没有可供隐藏的黑暗。与消耗能量，冒险劫掠，还不会有什么预期的收获相比，狩猎、捕鱼和贮藏肉类要划算的多。要知道对生活在北极圈的人来说，饥饿可是始终存在的威胁，而且频繁的光顾。能量的消耗始终是一个要被纳入计划来考虑的因素。在如此严酷无情的气候条件下，愚蠢和错误的判断无异于是在制造灾难。

亚诺马米人则完全相反，他们发展了农业，这可以为他们提供相当稳固的食物来源。由于女人们承担了大部分地里的活，男人们就有了相当多的自由来谋划、准备和实施劫掠。与北极的冻原不同，亚马逊的丛林为偷袭提供了掩护。因纽特人和亚诺马米人的孩子在不同的文化中成长，他们脑的奖赏系统是以完全不同的方式受到调整的，这会影响他们对社会实践和规范的习得以及发展出怎样的皮层控制习惯。通常来说，这也会造成关于社会行为的不同直觉。很可能（但并不确定）在造成因纽特人和亚诺马米人的差异方面发挥重要作用的是与资源的压力以及与实施劫掠的成本和收益这两个方面相关的差异。[5]另一方面，战争的倾向有可能是被生物演化选择的，但却受到了不要战争（non-warring）的文化的压制。[6]这就是鼓吹“基因造就战争（genes for warfare）”的人想要表达的观点，但是如果他们希望自己的观点陈述了事实，他们就还需要证据。要鉴定出这样的基因，如果它们存在的话，还是要靠遗传学家，而关于“基因的用途”的人类学玄想并不能成为遗传上的证据。

总的来看，人类学的报道表明并不是所有的狩猎采集群体都会对其他群体发动战争。关于战争，在不同文化之间情况的变化似乎是很大的。在考虑造就战争的基因是自然选择的结果这个假设时，一种观点认

为大约生活在25万年前的极早期人类可能稀疏地分布在非洲大陆，他们不大可能彼此经常遭遇。所以只要资源充足，或者可以开辟新的领地，群体间的战争也许就会因为代价高昂而变得不值当。有证据表明极早期的人类之间有贸易活动，与充满敌意的冲突相比，友善的贸易和交换女性（exchange of females）要更有意义，这一点不难理解。来自石器时代的头骨留下了暴力冲突的证据，这些头骨上的痕迹显示人是因暴力击打而死，但这样的情况是并不常见的个案还是时常会发生，对此目前还并不清楚。毋庸讳言，有关早期人类社会生活的证据是很难得到的。

对于造就战争的基因，遗传学家能对我们说些什么呢？首先，遗传学家对提出问题的方式不会感到满意。一来，基因是为氨基酸编码的DNA的片段。DNA编码被转录到RNA，这就将氨基酸串联起来以制造蛋白质。基因并不直接地控制行为。另一方面，在制造蛋白质与从神经元建造神经回路之间有着既长且复杂的路径，它需要基因网络间的互动、基因与发展中的脑的互动，以及脑结构与环境之间的互动。所以，基因与行为之间的因果路径不仅仅长，而且还不是直接的关系，而当行为不是反射行为，例如眨眼反射，而是一个认知决定，例如“让我们到下一个村子去大开杀戒”，情况就更是如此了。

正像我们在第5章已经看到的，攻击性包含许多不同的成分，它涉及激素、神经调节物质、受体、酶，不用说还有使这些因素各司其职的神经回路，以及在胎儿发育期间受体和激素的恰当搭配。所有这些都依赖于基因表达，而这个表达又继续受到其他基因的调节，而这些其他的基因又可能进一步受到对环境特征敏感的其他基因的调节。即使我们知道像血清素这样的神经调节物质在攻击性倾向中发挥着作用，但要得出造就血清素的基因就是造就战争的基因这个结论，我们还有漫长而曲折的路要走。我的主张需要一些进一步的材料来加以完善，在果蝇那里，

有一种东西我喜欢将其称为攻击性预言（the parable of aggression），它提供了极好的进一步的材料。

研究者已经在果蝇和老鼠那里观察到血清素这种神经调节物质和攻击性之间的关联。[7]在实验中用药物或遗传技术提高血清素的水平加重了果蝇的攻击性，而压制血清素回路就减少了攻击性。这些结果与老鼠实验中得出的结果是一致的，这表明攻击性机制历经演化而保存了下来。有了这些研究资料，你也许会预言表达血清素的基因应该被称作“攻击性基因”，但不要操之过急，让我们来检验一下这个想法。[8]

遗传学家赫尔曼·德里克（Herman Dierick）和拉尔夫·格林斯潘（Ralph Greenspan）[9]选择性地培育攻击性果蝇来获得攻击性更强的行为。在繁殖21代以后，雄性果蝇的攻击性超过野生果蝇的30倍还多。这和繁殖狗的情形相同。接下来，他们使用分子技术（微阵列分析）在攻击性蝇和它们更为温顺的表亲各自的基因表达轮廓之间做出比较。如果血清素是“攻击性分子”，表达血清素的基因是“攻击性基因”，这个实验就应该揭示出这样的结果。

结果令人吃惊，并不存在单一基因与攻击性有着特别的关联。在大约80种基因中发现了微小的表达差异。[10]它们都是什么基因呢？并不是用来调节血清素表达的基因。我们已经知道在这些表达发生变化的基因中有许多都在各种各样的表型过程中发挥着作用，诸如角质层的形成、肌肉收缩、能量的新陈代谢、RNA的绑定、DNA的绑定，以及各种结构，包括细胞骨架的发展，当然还有许多基因的功能是未知的。并不存在单个的基因其本身似乎就可以造成在攻击性行为上的差异。[11]

如果前述的实验表明提高血清素的水平会强化攻击性，那么情况为什么又是这样的呢？首先，就像我们已经提到的，基因和脑结构之间的

关系根本就没有反映一种简单的“针对特定功能基因”（gene-for）的模式。基因是各种网络的组成部分，在这些网络的成分之间以及这些成分与环境之间存在着互动。对于诸如乔纳森·海特（Jonathan Haidt）这样的研究者来说，这是一个巨大的挑战，因为他们主张存在针对着是自由抑或是保守的基因。[12]

第二，血清素是非常古老的分子，这一点需要记住。在脑和身体功能形形色色的联系中，血清素的这一特征是很重要的。这个形形色色的联系包括睡眠、心境、肠胃运动（例如胃和肠的收缩）、膀胱的功能、心血管的功能、压力反应、胚胎发育期间对肺部平滑肌增殖的诱导，以及对低氧水平的急性和慢性反应的调节。[13]

列举这么多的功能就是想突出血清素多方面的影响，因此，一目了然地是为血清素贴上造就攻击的基因这个标签是不合适的。血清素形形色色的功能也有助于解释血清素水平的变化如何能够对整个脑和身体造成广泛的影响，这些影响又和其他的影响相叠加，反过来又会影响攻击性行为。[14]

从果蝇的攻击性预言中，我们能够得到的主要教训就是人们很容易只是根据对行为的观察以及也许还有人为的干预，比如通过实验改变血清素水平，来推测一种由基因造成的攻击性。但如果人们不进行遗传测试的话，他们就不会知道这样的推测是否能够经得起科学的验证。

如果基因和攻击性之间的关系在果蝇这里都是复杂和棘手的，一种简单的“导致大屠杀的基因”的模式又怎么可能用之于人类呢？这种模式甚至连可能的边都沾不上。这并不是说基因不会对攻击性行为造成影响，正像德里克和格林斯潘的实验所表明的，它们必定会造成影响，但涉及攻击性行为的基因和脑结构之间的因果关系是一个由互动的成分组

成的巨大而精细的网络。[15]此外，在这些脑结构中有一些还会对奖赏系统做出回应，作为对文化规范敏感性的一个反映，对奖赏系统做出回应这一点会调节对其他人做出攻击性行为的可能性。因纽特人和亚诺马米人表达攻击性的风俗是不同的，我们在对此做出比较时已经看到了奖赏系统在其中发挥的作用。[16]

再回到战争，就证据来说，也可以设想战争行为同样是被选择出来的，但更有可能的是战争主要是其他倾向扩展的结果，比如捕食行为所需要的杀戮。作为一门学科，演化心理学的麻烦在于它有一种令人遗憾的倾向，它宣称某些确定的行为是选择出来的，紧接着就拼凑出人类在石器时代的经历来解释为什么这样的行为会被选择出来。[17]问题在于虽然这些发明出的想象或许是有趣的，而且也没有逻辑上的问题，但它们并不构成切实的证据。要切实地表明有一些与脑结构相联系的基因，它们针对着特定的行为，而不是其他更为一般的行为能力，则完全是另一回事（且更加困难）。一般来说，演化心理学家甚至都没有想着要这样做。[18]

有一小部分人类的疾病是与单个基因相联系的，比如亨廷顿舞蹈症（Huntington’s disease）[19]。单个基因与一种表型之间的这种紧密联系不是规则，而是例外，即使对于疾病也是如此。即使是身高，虽然人们通常会认为它是与单个基因相联系的，但实际上它与许多基因有关。有50个已知基因与身高有关，尚未确定但也参与身高这一表型的其他基因还有多少还不清楚。在这里要清楚的是人类认知行为的任何一个方面，比如种族灭绝，是严格地由一个或两个基因造成的这个想法是不靠谱的。

人们常常忽略一个事实，许多类型的行为都波及面很广，即使它们并不是在脑的演化中被选择出来的。伊丽莎白·贝茨（Elizabeth Bates）

指出，人普遍都用手吃饭，但这样的行为或许并不是选择出来的。在一个健全的人那里，用手吃饭只是一种不错的吃饭方式，无论如何，要比用脚好一些。

总而言之，承认无知要比杜撰关于我们的基因的迷人故事要好一些，就我们所知道的来说，这样的故事或许会带来极其糟糕的误导。[20]当人们一再重复“那是基因的问题”时，一个经久不衰的问题就是这样的重复只是对不良行为的借口：“我们能怎么办，那是我们的基因惹的祸！”这样一来，诸如贪婪、战争、种族主义，以及强奸也都各有其来由。[21]对攻击性及其起源我们所制造的神话越少，避免颁布那些适得其反的政策的可能性就越大。

[1] 据信，书写是在大约公元前3200年出现于美索不达米亚，而在中美洲，则出现于大约公元前600年。对于因纽特人工具的图片和所作的解释，请参见Franz Boas，The Central Eskimo（Washington，DC：Sixth Annual Report of the Bureau of Ethnology，Smithsonian Institution，1888）.

[2] 马修·怀特（Matthew White）研究过这样一个假设：在中美洲的阿兹特克人那里也许就是以人为食的。阿兹特克人一来不放牧，二来也没有现成的体型巨大的野生动物作为食物的来源。他报道说，每年都会有数以万计的人被作为“牺牲”，这些“牺牲”可以服务于多种目的，包括与诸神的沟通，还有为宗教仪式准备食物之用。请参见Matthew White，The Great Big Book of Horrible Things：The Definitive Chronicle of History’s 100 Worst Atrocities（New York：W.W.Norton，2012）.

[3] 对于制度规范是如何改变的一个颇具见地的讨论，请参见Kwame Anthony Appiah，The Honor Code：How Moral Revolutions Happen（New York：W.W.Norton，2010）.

[4] 要想对历史上那些根据死亡人数统计来看最为可怕的战争和屠杀做一次短暂而令人印象深刻的了解，可以参看Matthew White，The Great Big Book of Horrible Things：The Definitive Chronicle of History's 100 Worst Atrocities（New York：W.W.Norton，2012），这当然是令人极其沮丧的历史，但呈现事实是为了激发思考，而不是让人做一只鸵鸟，完全忽略这本书。

[5] Ian Morris,Why the West Rules桭or Now:The Patterns of History and What They Reveal About the Future（New York:Farrar,Straus and Giroux,2010）.

[6] See also David Livingston Smith,The Most Dangerous Animal（New York:St.Martin's Press,2007）.

[7] 研究者还观察到攻击性与神经肽F之间的联系。出于简洁性的考虑，在此就不再赘述了。更细致地了解，请参见拙著Braintrust：What Neuroscience Tells Us About Morality（Princeton，NJ：Princeton University Press，2011）.

[8] 对于一篇既具可读性又有很强科学性的导论，请参见Jonathan Flint,Ralph J.Greenspan,and Kenneth S.Kendler,How Genes Influence Behavior（New York:Oxford University Press,2010）.For articles making a related point,see N.Risch and K.Merikangas,"The Future of Genetic Studies of Complex Human Diseases,Science 273（1996）:1516–17;H.M.Colhoun,P.M.McKeigue,and G.D.Smith,Problems of Reporting Genetic Associations with Complex Outcomes,"Lancet 361（2003）:865–72;A.T.Hattersley and M.I.McCarthy,"What Makes a Good Genetic Association Study?"Lancet 366（2005）:1315–23.

[9] Herman A.Dierick and Ralph J.Greenspan,"Molecular Analysis of

Flies Selected for Aggressive Behavior,”Nature Genetics 38,no.9（2006）:1023–31.

[10] 这并不必定意味着所有80种基因都与这里讨论的行为表型有关，因为某些基因的差异也许是因为它们搭了那些被选中基因的便车而已。

[11] 参见针对德里克和格林斯潘文章的网络补充表格。Doi：10.1038/ng1864.这个表格是对结果的生动展示，它呈现了80种基因，在攻击性蝇和中性蝇之间，正是这80种基因有表达上的差异。顺便说一下，由于睾丸素常常都和攻击性相连，因此果蝇没有睾丸素但却能够有高攻击性这一点就值得注意。

[12] Jonathan Haidt,The Righteous Mind:Why Good People Are Divided by Politics and Religion（New York:Pantheon,2012）.

[13] Dennis L.Murphy,Meredith A.Fox,Kiara R.Timpano,Pablo Moya,Renee Ren-Patterson,Anne M.Andrews,Andrew Holmes,Klaus-Peter Lesch,and Jens R.Wendland,“How the Serotonin Story Is Being Rewritten by New Gene-Based Discoveries Principally Related to SLC6A4,the Serotonin Transporter Gene,Which Functions to Influ-ence All Cellular Serotonin Systems,”Neuropharmacology 55,no.6（2008）:932–60.

[14] R.J.Greenspan,“E Pluribus Unum,Ex Uno Plura:Quantitative and Single-Gene Perspectives on the Study of Behavior,”Annual Review of Neuroscience 27（2004）:79–105.

[15] 要对这里所涉及的困难有一个体会，请参见例如V.A.Vasil’ev，“Molecular Psychogenetics of Deviant Aggressive Behavior in Humans，”Genetika 47，no.9（2011）：1157–68.

[16] 对于基因和外围集团的仇视，以下是一篇有用且有警示性的文章K.G.Ratner and J.T.Kubota，“Genetic Contributions to Intergroup

Responses：A Cautionary Perspective，”Frontiers in Human Neuroscience 6（2012）：223.

[17] See,for example,Jonathan Haidt,The Righteous Mind:Why Good People Are Divided by Politics and Religion（New York:Pantheon,2012）.

[18] Robert Richardson,Evolutionary Psychology as Maladapted Psychology（Cambridge,MA:MIT Press,2007）.

[19] 亨廷顿舞蹈症是神经退行性遗传疾病，由美国医学家乔治·亨廷顿在1872年最先描述。亨廷顿舞蹈症是由第四对染色体异常造成的，它会影响肌肉的协调性，造成认知衰退与精神问题。这种疾病的症状通常在中年才开始变得显著，其中最为显著的就是身体异常的不自主扭动，就像在手舞足蹈，因此才被称为舞蹈症。参见http://en.wikipedia.org/wiki/Huntington's_disease。——译者注

[20] 在这一主题上，Stuart Firestein，Ignorance：How It Drives Science（New York：Oxford University Press，2012）是一本睿智的作品。

[21] Jonathan Haidt,The Righteous Mind:Why Good People Are Divided by Politics and Religion（New York:Pantheon,2012）.

制度规范如何塑造行为

从脑的视角来看，文化规范的一个主要好处就是它们减少不确定性。你知道你必须要做的，也知道我可能会做的。我们都知道我们要做什么，这无须你每一次都停下来去思量。规范使得人们对社会未来的预测变得容易得多。异常的情境会引起我们的注意、警觉，增加我们对不确定的焦虑。这种与生活有关的异常其程度越大，我们在精力的投入上就会越多。父母亲或德高望重的国家领导人的辞世会让人们不知所措，接下来会怎么样呢？在这里，用来维系稳定生活的一部分结构突然之间就瓦解了。

脑喜欢具有做出预测的能力，它被组织起来，通过学习来获得预测的能力。脑会学习实践与规范，这些实践与规范提供了社会预测能力。基本上来说，在主人丰盛的款待之后，你是习惯大声地打嗝还是克制住不打嗝而代之以言辞上的感激，这一点并不重要，重要的是你不会搞不清楚要做什么，并且还为做错了什么而感到焦虑。在日本，当你吃面条的时候人们会期待你发出吸溜的声音以示你很高兴。现在，你知道你可以在吃东西的时候安然地发出声响而不用担心可能会违反社会规范，这就好像如果你是在牛津的宴会席，你确定喝汤时发出声响就会违反社会规范一样。

重要的在于习俗意味着你无须把精力花在搞清楚你应该做什么事情上面。在日本吃东西要发出声响，在英国不行，这很简单。你扮演你被期待的角色就好了。你感觉很惬意，那就对了，你的行为被人们接受了，这样你就有时间和精力思考更重要的事情。

制度与社会实践的规范并不总是一目了然的。你也许会无意识地获

得各种行为模式，并认为“事情就是以这种方式来做的”。你以榜样为标准来塑造自己，你想能像他们一样。你模仿他们的姿态、说话的样子，甚至是整个行为方式。你模仿着装与发型的风尚。作为群体的一员你想被群体肯定而不是排斥，所以挑战规范就不会是一件容易的事。服从一个地方的规范会让人放松，而公开地反对或抵制则会让人紧张急躁，它会使压力激素的水平攀升。

如果你必须出庭作证，你知道该怎样做。你知道在法庭上你是要讲真话的，你了解作伪证是犯罪。如果你是陪审团的成员，或者你是辩方律师，你知道应该怎样做。各种制度，比如刑事司法制度，也许并不完善，但虽说如此，如果你相信它们运转得良好，你还是要对它们报以信任。当你循着制度结构的引导去做出行为，你的行为就会很流畅。因此，当你得知法官受贿或控方律师伪造证据，你会感到震惊。[1]

当你和水管工打交道安装新的淋浴器，请医生手术治疗疖子，向老师学习细胞生物学，请牧师主持一场婚礼，在这些事情中，你要遵循不同的规范。诸如大学、教堂和企业这些机构体现了文化规范，在我们和这些机构打交道时，这些规范会塑造我们的行为。你轻松地在这些角色间切换，遵守这样或那样的规范。[2]

电视剧《广告狂人》（Mad Man）向我们展示了广告公司高度一致的角色模式（role-fitting）。基本说来，男性都以本质上相同的方式做出行为：烟不离手，酒不离口，和女职员上床，为做成生意不择手段。会有一些小的变化，但这些变化与行为模式的一致性比起来就不值一提了。绝大多数女性都是秘书，要讨好男性，她们基本上都顺从地接受一个未经质疑的假设：高收入和好工作是为男人准备的，而且只为男人准备。[3]在另一部电视剧《黑道家族》（The Sopranos）中则是另一套规范左右着黑手党男人们的生活与行为。《黑道家族》中这些人的行为会

让《广告狂人》中的那些广告人感到可怕，比如“暴揍”（whacking）一个可疑的告密者，但对这些黑手党来说，这就是家常便饭。

亚里士多德以及其后的许多思想家都承认社会实践和制度规范在调节人的行为和为许多相互关系提供框架这些方面发挥着重要的作用，通过这些作用，社会实践与制度规范巩固了社会稳定与和谐。因此，在所有文化中人们都能看到用来解决冲突以及防止冲突动摇整个群体的这样或那样的规范。当制度本身有问题或是腐败的时候，人们会缓慢和不知不觉地滑入一种真正为非作歹的角色，或者他们会看不下去，团结起来，试图纠正这些制度。

规范很明显是一种文化现象。例如，在美国相距遥远的两个地方，不同的预期与规范引导人们对侮辱做出的反应。柯亨（Cohen）和内斯比特（Nisbett）研究了南部“荣誉文化”的影响，而与这种文化相对，在比如明尼苏达州[4]，占据主流的则是另一种完全不同的规范。[5]当一个南方男人遭遇侮辱，他得要奋起还击，要么就可能没了面子，也丢了社会地位。而与此相反，一个明尼苏达州的男人更有可能认为对侮辱做出这样的反应既过分也愚蠢，尤其是当这种侮辱本身被看作因为对社会的无知因此根本就不值得理睬或搭上精力的时候，当然并非都是如此，明尼苏达州的男人也会等待时机，在他们能够造成真正伤害的时候施以报复。

我正在看《监守自盗》（Inside Job）这部电影，这是一部关于2008年金融危机的纪录片。我很好奇高盛公司（Golden Sachs）的那些人，从他们自己的邮件中我们会看到，他们故意销售他们信托客户的证券，而这些证券在他们看来一文不值。而且，他们用这些证券来投机赌博，在他们客户的证券已经毫无价值的时候仍旧继续赚取巨大的利润。这是彻头彻尾的腐败。实际上，他们是在用自己的客户投机赌博以赚取

高额的利润。

为了赚取酬金，许多公司向人们发放抵押贷款难，而这些人不大可能继续付款，或者他们并不理解像“诱饵”一样的低利率不久就会难以控制的飙升。这次金融危机毁掉了数百万人的金融状况，而高盛公司的无耻行径只是像雪崩一样的类似行径中的一个片段。在这个纪录片上，我们还看到这些华尔街的风云人物还有那些抵押贷款公司竟然都逃脱了惩罚。

我会参与这样顽固和唯利是图的破坏行径吗？我没有参与可怕的诈骗或者对无辜者的令人毛骨悚然的屠杀中仅仅是因为我幸运吗？这样的想法困扰着我。[6]如果我也浸润在华尔街的文化中，我也会沆瀣一气吗？在高盛这种证券交易的亚文化中，我也会欺骗客户来赚钱吗？

社会心理学家的实验，比如菲利浦·津巴多（Philip Zimbardo）开创性的斯坦福监狱实验，[7]很能说明一些事情。在津巴多的实验中，一些斯坦福大学的男生被随机的指派充当囚犯或狱警，最终这个实验不得不中断，因为“狱警们”变得凶残，他们虐待“囚犯”。津巴多的实验表明在我们那里长期存在的态度和信念，我们的脾气和人格是脆弱的，一旦环境突然改变，开始采用一套新的规范，它们就会变化。[8]虽然规范会随着社会背景的变迁而变化，但这并不是不可避免的，尤其是针对这变化，如果人们预先受到了警告的话。但麻烦在于在一个充斥着未受监管的金融衍生品（unregulated derivatives）和未受监管的信贷违约互换（unregulated default swaps）的环境中，当“举世皆浊”的时候，一个人很有可能会降低门槛，去蹚浑水。当然，并非人们并非都是一丘之貉，还是会有人挺身而出，检举揭发。

由于在涉及公正、成功和行为得体的规范上人们依赖社会制度，因

此就必须要问：当制度恰好是破坏得体行为的时候是怎样的情况？当脑的奖赏系统钟情于邪恶的社会实践的时候是怎样的情况？当拉帮结派的小集团（clannishness）变得残忍或者在大学男生联谊会上凌辱新来者（fraternity hazing）的举动如此过分以至于最后竟然造成了新来者的死亡的时候又是怎样的情况？总体来说，我们要为我们的社会制度负责，我们是这些社会制度的根源，是我们建立并调整着这些制度。正是基于这样的认识，苏格拉底拒绝认罪，他因为被诬告蛊惑年轻人而被判处了死刑，而实际上他不过是提出了让权威们感到难堪的问题。也正是基于这样的认识，纳尔逊·曼德拉说服那些在多年的种族隔离以后发誓要复仇的民众采取和平的行动。

在有关20世纪的德道史的著作中，乔纳森·格罗夫的著作是最为深刻的之一，在他的著作中，格罗夫就是以这样一种方式来审视问题的：

当可怕的秩序降临，有些人会因为他们的自我认识而做出抵抗，但当一个人的自我概念是围绕着服从建立起来的时候，也许就不会再有抵抗了。同样的，如果人们的自我认识是围绕着种族身份或围绕着某种信念体系建立的，那么对这种种族的或意识形态的暴行的抵抗也许就会从内部被瓦解。这在很大程度上取决于人们的道德认同感在多大的程度上仅仅局限在对种族或意识形态的认同。[9]

格罗夫认为要在困境中坚持正确的选择一个重要的方法是要保持质疑，而不是在政治、经济或就此而言的其他任何方面轻易地相信情感的诉求。思考，并坚持事实；阅读历史，并保持一点点距离。

另一个重要的方法是决不放弃秉持真理的坚定决心，不要让真理被注水稀释成轻薄廉价的东西。在此，格罗夫又一次直指事情的核心：

在极权社会，要通过大规模地炮制更大的谎言来支撑那些小的谎言

不至于露了马脚，而这些都依赖巨大的权力。这就像是为了避免金融危机而发行钞票。对于权力当局来说，这样的做法可以获得短期的收益，它们避免了被立即识破。但这种膨胀宣传的长期代价就是官方的信念体系离开真实的情况越来越远，如果没有进一步的压迫与谎言就很难维系。[10]

战争有史以来就是人类生活的一部分，看起来它是避免不了的，但也许并非如此。也许它并不比用火或造船更多地依赖于我们的基因，但是，它却具有十足的吸引力。例如，在世界贸中心遭遇袭击（“9·11”）之后，美国政府计划出兵伊拉克的举措没有受到什么反对，但人们并没有一丁点靠得住的理由来相信伊拉克参与了这次袭击。虽然如此，斯蒂芬·平克从一个长远的观点和对战争全面细致的统计分析中还是得出了一个乐观的看法，在其最近的著作中，他主张对制度的修正可以让用不那么致命的方式来解决冲突这一点变得更加有利，由此来缓慢地调整人们的行为方式。[11]他认为，大规模的战争会变得过时，也许，与100年前相比这样的战争已经没有那样不可避免了。我发现我虽然愿意相信平克的论证，但还是谨慎为妙。假若繁荣的景象骤转直下，连食物也变得短缺，我们的制度会如此强固以至于人们不会将战争作为一个可以接受的选项来考虑吗？

历史向我们表明颠覆制度与推销谎言并不困难，就像格罗夫所说的。我们的制度的稳定性看起来似乎不会受到摧折，但实际上它们是极其脆弱的。有时我担心我们注定要屈从于持续不断的宣传压力，就好像，虽然现如今看起来难以置信，但德国人在通往第二次世界大战的道路上就是这样做的。激起恐惧、惊慌，以及杀戮的冲动并不难，所有这些都粉饰以最善良的意志，让人们带着对正义的渴望自以为坐在真理的宝座上。

现在，那个令人不安的担忧可能会来袭扰我们：如果我们的行为如此地依赖于我们脑中的无意识事件，那么我们真的有任何自我控制吗？如果我们就是被各种激素、酶，以及大量的神经化学物质牵扯着东奔西跑，自我控制难道不就是一个幻觉吗？

当我们还是孩子的时候，我们被鼓励去发展自我控制，当我们成年，我们被鼓励实践自我控制，在迷人的诱惑和可怕的威胁面前，我们被鼓励要保持自我控制。就神经的层面来说，控制指的是什么呢？控制力不强的脑与控制力强的脑有什么区别？如果自我控制不是真实的，就像“自由意志是一个幻觉”[12]这个说法一样，那么试图做出合理的选择，试图做到负责、勇敢、正派，以及诚实这些事情的立足点又在哪里呢？

[1] 在当代哲学家中，Alasdair MacIntyre完全理解这一点。对他在亚里士多德的框架中所做的经典讨论，请参见After Virtue：A Study in Moral Theory，3rd ed.（Notre Dame，IN：University of Notre Dame Press，2007）.一个更近来的深思熟虑的研究是Philip Kitcher，The Ethical Project（Cambridge，MA：Harvard University Press，2011），这本书吸收了John Dewey的思想。

[2] Paul Seabright,In the Company of Strangers:A Natural History of Economic Life（Princeton,NJ:Princeton University Press,2010）.

[3] 佩吉一开始的时候谨守秘书这个角色，但后来不再这样了，这多少是因为在作为一个前途无量的广告人有了一个孩子以后她对秘书这份工作产生了幻灭。她的文案写作这份工作和秘书的奴颜婢膝的工作形成了强烈的反差，这让在秘书这个角色上安分守己显得极不合时宜。

[4] 明尼苏达州是美国大陆中北部的一个州，北部与加拿大接壤，美国大陆的极北点即在该州。——译者注

[5] See Dov Cohen and Richard E.Nisbett,“Field Experiments Exam-

ining the Culture of Honor:The Role of Institutions in Perpetuating Norms About Violence,”Personality and Social Psychology Bulletin 23（1997）:1188–99.For a very useful textbook,see Social Psychology,2nd ed.,ed.T.Gilovich,D.Keltner,and R.E.Nisbett（New York:W.W.Norton,2010）.

[6] David Livingston Smith,Less Than Human:Why We Demean,Enslave and Exterminate Others（New York:St.Martin’s Press,2011）.

[7] Philip Zimbardo，The Lucifer Effect：Understanding How Good People Turn Evil（New York：Random House，2007）.津巴多实验是社会心理学中最为重要的实验之一，它细致且系统地处理了有关人类行为的最为令人头疼的困惑：好人怎么能够做出那些令人难以言喻的恶行？

[8] For a movie that particularly dwells on this,see The Boy in the Blue Pajamas.

[9] Jonathan Glover,Humanity（New Haven,CT:Yale University Press,2001）,404.

[10] Jonathan Glover,Humanity（New Haven,CT:Yale University Press,2001）,281.

[11] Steven Pinker,The Better Angels of Our Nature:Why Violence Has Declined（New York:Viking,2012）.For a less optimistic view,see David Livingston Smith,Less Than Human:Why We Demean,Enslave and Exter-minate Others（New York:St.Martin’s Press,2011）.

[12] Sam Harris,Free Will（New York:Free Press,2012）.

第7章　自由意志、习惯和自我控制

自我控制的脑机制

布奇自以为是一只凶恶的看门狗，实际上它是麦克法兰家的一只小猎犬，麦克法兰一家是我们友善的邻居，他们在我家南边有一大片果园。虽说他们让我放心布奇不会咬人，但在乔迪·麦克法兰来我家的时候我还是会注意到布奇兴冲冲地向弗格森挑衅，弗格森是我家的德国牧羊犬，它有三个布奇那么大。要把它们分开就要连上水管，把水开到最大对着它们喷，基本上，我都是对着布奇喷。

由于要送两打鸡蛋给麦克法兰太太，我的姐姐告诫我说："不管你有多害怕，绝不要跑着逃开布奇。当它离开门廊龇着牙吠叫的时候，慢慢地朝前走，看着它，平静地想一些自己喜欢做的事。绝不要表现出害怕，别把鸡蛋打了。"我在院子里练习了几次，尤其练习了不要跑，然后就战战兢兢地去了麦克法兰家。布奇表现得相当凶悍，而我则想着在奥索尤斯湖（Osoyoos Lake）游泳的场景，只有五岁的我在可恨的布奇面前摆出一副无所畏惧的样子。

布奇实际上并不危险，它的主人会管束它，在送鸡蛋的时候，我还经历过其他凶悍的看门狗，但最终我发现我要面对更糟糕的对手，比如派屈克·奥多奈尔，他喜欢在校车上欺负比他小的孩子。我想，绝不要表现出害怕，可以用我的午餐盒狠狠地敲他的脑袋。我这样做了，而他也收手了。麦考米克太太是我们的校车司机，她睁一只眼闭一只眼，假装没看见，上帝保佑她。在我还是一个年轻教授的时候，会碰到有些男同事欺负女教员来取乐，就好像布奇冲我吠叫。每当这样的时候，绝不要表现出害怕，保持冷静，予以还击，给这些混蛋一点儿颜色。

面对布奇给我上了自我控制的一课。我扩展了在面对各种威胁时所需要的技能，无论是人还是其他的生物，年幼的一代都需要学习面对威胁时的技能。学习控制自己是很重要的，这不仅是在面对恐惧的时候，在面对各种诱惑、冲动、情绪，以及诱人的选择时也是如此。你学习运用想象和预演来达到那些看似很困难的东西。当控制执行得很好，你会感到满足，当你失去了控制并为此付出了代价，你会感到懊悔。当形成了习惯以后，你就没有必要总为维系控制操心了，你的脑的控制系统变得更加强大。

在一个人的早年生活中有大部分都是在学习自我控制，并且养成抑制那些代价高昂的冲动和做那些自己并不愿意去做的事情的习惯。在习得这些生存习惯的时候，我们受到来自父母和老师的指引。“先做该做的事，然后再玩”，“先招待客人，然后再轮到自己”，等等。在一个人后来的生活中大部分都是在实施控制。我们受到鼓励去发展的所有美德，例如勇气、耐心、坚韧、怀疑、慷慨、节俭、努力工作，都根植于自我控制。这些美德都是实实在在的，可不像地球看起来是平的一样是一个幻觉。

可是自我控制真正说来是什么呢？柏拉图是用隐喻来思考自我控制的：理性是驾驭战车的人，情绪和欲望则是任性的马，而你就在这战车之中（you are in the chariot）。且慢：我认为我是理性、情绪、欲望，以及决定的混合物。从脑的视角来看，驾车人能够指什么呢？柏拉图是如何理解那个隐喻的呢？也许神经科学能够给我们一个见解更为深刻的视角。

让我们回到哺乳动物。只有哺乳动物的脑才拥有新皮层，它是覆盖着皮层下结构的一个分为六层的神经元组织（见图4-1）。哺乳动物具有的新的学习形式，比如模仿、试错，以及回忆特殊事件与地点的能力，

这些方面为哺乳动物带来了巨大的优势，它抵消了哺乳动物在出生时的依赖性所付出的高昂代价。在哺乳动物的演化中，所有类型的学习都得到巨大的拓展。出生时的无助所导致的问题也被不断增长的控制能力抵消了。自我控制与灵活的头脑是新皮层以及它与古老的皮层下结构相互交织的功劳。[1]

哺乳动物的智能与自我控制的能力突飞猛进，尽管我们还不确切地知道是怎样的神经机制使得它们发挥作用。灵长类动物具有更强的预测其他同类行为的能力，这种预测通常是经由识别目标与情绪来完成的。对于灵长类动物来说，前额叶的巨大发展或许也是获得这种能力的原因。而在我们人类这里，理解我们周围的世界正在发生的事情则涉及从复杂的心智状态的调色盘中提取信息。“她生气了”，“她自卑”，“他睡眠不足就会不高兴”，“乔治叔叔有妄想症，他觉得自己是耶稣。”

将我们自己和其他人的行为看作心智状态的产物，比如恐惧、希望，以及欲望的产物，会帮助我们组织起我们的社会世界。它让我们更好地预测其他人会做什么，尤其是他们会如何回应我们的行为。它会为我们的自我控制回路提供信息，让我们知道要避免什么，以及在社会中生活需要什么。[2]

在脑的演化中，相互的协作使得智能与控制变得更加强大，这自有其道理。设想我能够准确预测如果我偷了你的东西，你就会收拾我，而要是我根本不在乎这样的预测，也就是说，要是我根本就不去控制我偷东西的冲动，那么这样的知识对我也就没有什么用处。大体上说，孩子们在关怀和引导下通常都能够很好地控制这类冲动。

的确，你不难想到在自我控制的能力上个体之间是有差异的，就好像在几乎每一种其他的心智能力，比如对冒险的厌恶或者幽默感抑或回

忆过去的事情，上存在个体差异一样。你会注意到有一些成年人会觉得做到节俭并不那么困难，但另一些成年人却常常受到华而不实的广告的诱惑，购买他们实际上并不需要的废品。有些成年人总看到一些小把戏（little gaffs）有趣的一面，但另一些人却对此始终提不起精神，即使你觉得有趣的那一面令人忍俊不禁也是如此。

有一个针对学龄前孩子自我控制能力差异的测试，在这个测试中，孩子们会被问到这样的问题："你喜欢现在得到一个棉花糖，还是在五分钟之后得到三个"。[3]有些孩子会为更大的奖励而等待，而有些则选择尽管较少但却就在眼下的选项。引人注目的是，无论他们是否选择延迟他们的满足感，他们的选择都说明他们擅于预测由自我控制参与塑造的未来将会如何。[4]

平均来说，那些等待着更大奖赏的孩子上大学的也更多，他们更少出现肥胖，更少染上毒瘾，会得到更好的工作，更少会离婚，而且一般来说，他们也更健康。虽然如此，重要的是看到，通过引导孩子去想象自己在两个选择中做出了更好的选择，或者想象自己抑制了去打其他孩子的冲动，孩子的自我控制能力是能够得到改善的，对那些觉得很难延迟满足的孩子亦是如此。如果能够让孩子们扮演各种换个角色，那么他们的自我控制的能力与注意力都会得到提高。"你是警察而我是抢匪"；"我是老师而你是学生"。[5]

通过这些简单的策略来加强自我控制这一点是一个重要的提示，即尽管基因的影响无处不在，但它也绝非一网打尽。我们是高度适应性的生物，我们巨大的前额叶是可以被训练的。

在许多动物那里都能够看到自我控制能力的个体差异。例如，有些狗要比其他狗更容易训练来专注于任务而不分心。人们选择金毛寻回幼

犬，把它们训练成帮助残障人士的狗，这只因为它们的脾性并且可以很容易地训练它们控制它们的冲动。我家的寻回犬马克斯稍加训练就会忽视正在接近的狗而专注于前视，而和它一窝出生的福格斯就无论如何都做不到。福格斯会克制几秒钟，然后就放弃了，接着它就会蹦蹦跳跳欢快地去找身边的狗。

老鼠在自我控制的能力上也有个体差异。剑桥大学的特雷夫·罗宾斯实验室通过一种方法展示了这个差异：建造一台实物分配机，通过用鼻子触碰按钮，老鼠可以启动这个分配机。一旦在它触碰了按钮之后，食物丸就会沿着小槽传递出来。这会让它高兴，于是它会重复这样做。一旦老鼠掌握了窍门，就再增加一台食物分配机。[6]在老鼠触动了按钮之后，第二台食物分配机会释放出四个食物丸。老鼠不傻，它们很快就学会了启动有高回报的这台食物分配机。在一次实验中老鼠只能启动一台机子，然后它们就只能等待着下一次实验。照这种方式，如果老鼠触动的是一次只释放一粒食物丸的分配机，那么这一次实验它所能得到的全部奖赏就是一粒食物丸。

下面就是区分出有更好自我控制能力的老鼠的方法。对于高回报的食品分配机，实验者在触动机子与释出食物丸之间加进了时间延迟——最先是10秒，然后是20秒，最后达到60秒。有些老鼠为等到一次获得四个食物丸会等上60秒，而有些却等不了，它们会急匆匆地回去触动只有一粒食物丸的机子。这是延迟满足这种自我控制的一个清楚的指标。那些未能延迟满足感的老鼠会对它们的傻乎乎的冲动感到懊恼吗？这很难说，因为对老鼠的懊恼并没有好的测量方法。

另一个不同的实验则记录了老鼠在启动一个行为和这个行为尚未完成就终止它所需要的反应时间。一个声音会向老鼠发出停止行动的指令，而实验者可以决定在老鼠运动过程中的什么时间发出这个停止信

号。为了避免这样的实验从环境的角度来看是没有什么作用的（愚蠢的），实验者认为老鼠停下已经计划好的行动的能力可以解释它们在面对环境变化时的那种灵活性，这就好像当你正要投掷一块石头，而这时一只熊正好经过石头会飞过的轨迹，或者当你正要向击球手投掷棒球，而这时跑垒者正好从一垒出发跑向二垒。

有些老鼠能够立刻停止它们的行动，即使它们已经运动到要开始用它们的鼻子去触碰传送按钮，而有一些就停不下来，即使在那之前声音指令已经清清楚楚地发出了。这些实验被称作停止信号反应时间实验（the stop-signal reaction time experiments），它们也可以很容易地用于人类被试。人们也许会认为能够并不困难的延迟满足感的老鼠在停止信号反应时间实验中也能够拔得头筹，但事情并不完全如此。此外，血清素的消耗会降低老鼠等待的能力，但在停止信号反应时间实验中，这对它们的反应时间并没有影响。这个结果提示人们自我控制的两个明显指标——延迟满足与反应抑制——至少在某种程度上是可以分离的。这一点很有意思，因为它意味着自我控制并不是一种单一的能力，而也许是各种能力相互交织的产物，这些能力共同分享着广泛分布的神经基质。面对会造成分心的事物时保持一个目标（这也是衡量自我控制的一个指标），也许是构成控制的各种成分中的一分子。目标的维持也许涉及相互重叠但某种程度上又不同的回路。

如果你想看到在野生环境中的控制，我们不妨看一下偷偷潜近猎物的捕食者。一只狐狸慢慢地，蹑手蹑脚地靠近一只野鸡，直到它离这只野鸡近到可以让它极有可能纵身一跃抓住这只野鸡，而它的狐狸幼崽在一旁观察和学习。当狐狸幼崽第一次自己出手的时候，它很可能跳得过早。失去食物的失望感受让它学着耐心地等候它的时机。它要学着控制现在就跳的冲动。

或者我们再来看一下一只灰熊猎杀一只麋鹿。[7]当它的两只幼熊在一旁观察时，母熊用数次短暂的冲击把一只有点跛腿的麋鹿引诱到石溪之中，它总是预料到麋鹿间歇但却危险的反扑，随着麋鹿每一次的反击，母熊狡猾地将麋鹿逼到离深水区越来越近。最终，在深水区，母熊猛地扑向麋鹿，牢牢地钳住麋鹿的身体，这个身体就在可怕的像锯条一样的两角之间，然后她用自己庞大的身躯扭住麋鹿的头直到它无法站立。麋鹿翻到在深水中，然后母熊会把身体压在它的头上，让它慢慢地溺水，它最有力的武器，它的后腿，如今只有徒劳地在空气中疯狂地踢踏。

这是对智能和自我控制的戏剧化的展示。母熊一开始要找有点残疾的猎物作目标。接着它要根据变化的环境来修正它的行动，还要随时注意幼熊的动静，如果它们离得太近，它就会向它们发出警告。在陆地上麋鹿和母熊势均力敌，在那里母熊是没有什么机会猎捕麋鹿的。所以它巧妙地引诱麋鹿在水中攻击它，等到了深水区，它瞅准时机发出致命的袭击。这是令人印象深刻的自我控制。

猎人们也利用类似的策略、知识，他们也同样要把握时机。我曾经和学生们去北极做过一次生态旅游，我们的因纽特向导闻到在附近有麝牛群。麝牛是一种很容易受惊的动物，它们会离开沿河的区域，消失在苔原中，除非我们知道如何接近它们，否则我们是看不到它们的。我们顺风而行，然后尽可能不出声地，匍匐着一点一点地向前移动，最终我们看到了这种神奇的生物，它们长着令人惊异的长毛和巨大的犄角。

合作狩猎既要有自我控制，也要知道相对于其他成员的行动，你要做的是什么。和团队合作的经验一样，社会智能是成功的额外因素。在团队狩猎和随时调整以把握机会这两方面，狼群可以说是个中好手。人也不差。[8]人可以利用语言和其他符号对安排进行调整，这是人在团队

协作上的优势，而其他动物——比如说狼——则会运用非语言的线索，比如狼啸和吠叫。

对攻击性的控制会带来巨大的好处。动物需要知道什么时候从打斗中脱身，什么时候打斗有可能会激起群体如潮的报复，什么时候逃跑而不是迎击捕食者会更好等。就像关系到生存的任何事情一样，攻击性也要求有所判断。从某种方式上来说，控制系统也就是支持判断的系统。这个系统会平衡风险，从长期和短期两个方面权衡可能的得失。

惊惧往往都是对紧急情况做出的错误反应，而更为冷静的头脑则容易把控局面。在需要将一个卡在狗的喉咙的骨头碎片取出来，或者将一根豪猪刺从孩子的胳膊上拔出来的时候，嫌恶和回避可能就是错误的反应。要是有其他的人来做这件事情，你可以避而远之，但常常并没有其他人可以来做这些事，只能由你来做，你只有镇定才能恰当地做出处理。

忠于残忍和疯狂的领袖可能要比背叛他造成更为糟糕的恐怖景象。骄傲可能意味着浪费机会，意味着失败在所难免。要做出一个或多或少正确的平衡是没有规则可循的，我们所有的只是经验和对经验的反思。平衡、判断，以及常识都是我们前额叶的结构（通过于我们的基底神经节相连）所擅长的东西。

在帮助别人的时候，缺少控制可能会让事情变得适得其反。有时，当人们面对着其他人的不幸时会同情心泛滥，这也许会让一个人反应过度并且生出一个不可能实现的期望。有时那些需要帮助的人会操纵并利用对他产生同情并很容易提供帮助的人们的善心。[9]有时需要本身只是一个幌子，设下这个幌子就是为了利用那些不太仔细甄别的人。当此之时，再一次需要做出平衡与判断。

我们能够看到，在哺乳动物脑的演化过程中，智能与自我控制的能力在复杂性上达到了新的水平。捕食者变得更聪明，猎物也变得更聪明，这样捕食者就要更上一层楼，变得更聪明。

对于以各种面貌呈现出来的常态的自我控制来说，神经科学家大体知道哪些结构对它是至关重要的。即使是这样的大体的知识也是相当晚近才获得的，而对于这些参与自我控制的结构是如何起作用的精确知识则了解得非常少。这样的知识终将被发掘出来，但这样的知识只是更宏大的神经元故事中的一个片段，这个更宏大的故事关系到数以十亿计的神经元是如何协作的，是如何在没有领导者，没有统帅的情况下完成工作的。在牢记这些告诫以后，我们可以看到自我控制的运作依靠着前额叶皮层的各个子区域的神经元与皮层下结构，主要是基底神经节和伏隔核（nucleus accumbens）（见图7-1），之间的联系模式。在自我控制这一总称（portfolio）下的各种不同功能也许分享着前额叶皮层的各个皮层区域，而对于每一种功能的各自表现来说，它们也分别联系着不同的网络。[10]那些预言有一个单一的自足的模块，即“意志”，的人也许会失望地得知这个预言正在失去生命力。自我控制是由分布相当广泛，又部分上重合的各个区域构成的网络调节的。

数据正从巨量的研究中汇聚起来，这些研究涉及动物、健康人、精神疾病患者，以及有脑损伤的神经疾病患者。例如，研究发现强迫症患者在停止信号的任务中表现得很糟糕，这些患者的脑图像显示，在实验期间，他们的已知对反应抑制起到重要作用的那些皮层区域的活动不如正常被试的活跃。这种活动水平的低下很可能与他们特异的表现相关联。与强迫症患者相比，拔毛癖（trichotillomania）患者（强迫性地拔出自己的毛发）的反应抑制程度更低。另一方面，强迫症患者表现出认知灵活性的降低，在游戏的过程中周期性的改变规则，通过测量应对这

种改变的策略的变化可以获得认知灵活性的程度。也就是说，与拔毛癖患者比起来，强迫症患者转到新的策略以因应新的规则的速度要慢得多。另外，冰毒成瘾者（methamphetamine addicts）在实验环境中也表现出反应抑制能力的降低，而在这些成瘾者的下前额叶皮层（inferior prefrontal cortex）灰质的密度也呈现出降低。[11]

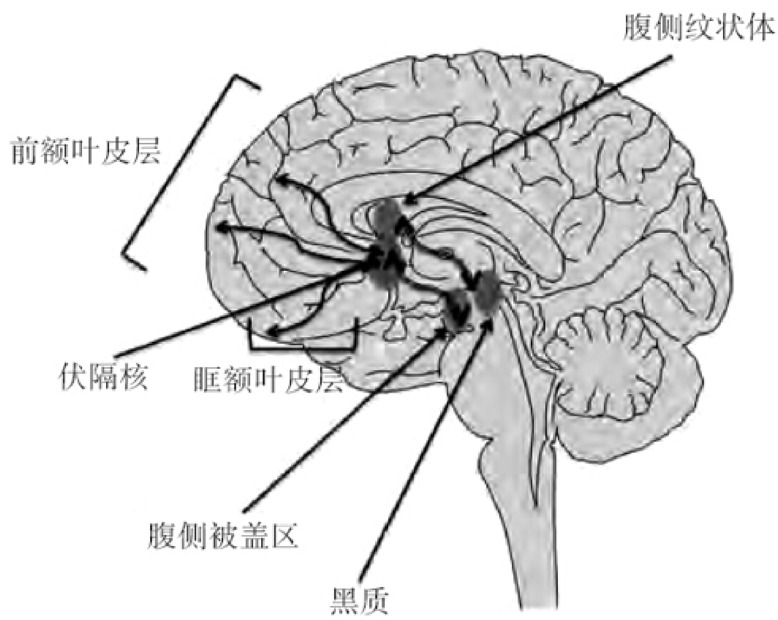


图7-1　该图非常简略地展示了奖赏系统的主要成分（取内侧视角）。尤其要注意的是皮层下结构与前额叶皮层之间的投射。该图没有标出杏仁核，杏仁核在情绪反应中发挥着关键的作用，包括学习该害怕什么，也没有标出海马体，海马体在了解特定事件上是至关重要的。工作记忆也参与了奖赏系统的学习，它涉及皮层，尤其是取侧面视角的前额叶区域

drawn from a motifolio template.

皮层下结构包括奖赏系统的各种成分（见图7-1）。快乐与痛苦与多巴胺的释放有关，这一点转而又对学习重复哪一个行动和避免哪一个行

动很重要。相关的皮层下结构还包括基底神经节中的各个区域，这些区域对于行为的组织和技能的学习是非常重要的，而它们也依赖于奖赏系统和多巴胺的释放。[12]这些区域间的相互连接错综复杂，难以研究，因此，还有许多未知的东西。

然而我们的确知道自我控制也依赖于调节神经元互动的各种神经化学物质，比如血清素、去甲肾上腺素，以及多巴胺这样的神经化学物质。当血清素水平非常高的时候冒险的意愿就会增强，甚至可能导致做出不计后果的行为就是一个例子。阻断受体接受多巴胺能导致无法从错误中学习；用可卡因干预多巴胺系统也能导致无法了解到未做出的选择原本会是更好的选择。[13]

[1] See also R.F.Baumeister and J.Tienery,Will Power:Rediscovering the Greatest Human Strength（New York:Penguin,2011）.

[2] C.D.Frith and U.Frith,“How We Predict What Other People Are Going to Do,”Brain Research 1079,no.1（2006）:36–46;R.Adophs,“How Do We Know the Minds of Others?Domain Specificity,Simulation and Enactive Social Cognition,”Brain Research 1079,no.1（2006）:25–35;P.S.Churchland,Braintrust:What Neuroscience Tells Us About Morality（Princeton,NJ:Princeton University Press,2011）.

[3] See W.Mischel,Y.Shoda,and M.I.Rodriguez,“Delay of Gratification in Children,”Science 244（1989）:933–38.

[4] B.J.Casey,Leah H.Somerville,Ian H.Gotlibb,Ozlem Aydukc,Nicholas T.Franklina,Mary K.Askrend,John Jonidesd,Marc G.Bermand,Nicole L.Wilsone,Theresa Teslovicha,Gary Gloverf,Vivian Zayasg,Walter Mischel,and Yuichi Shodae,“Behavioral and Neural Correlates of Delay

of Gratification 40 Years Later,”Proceedings of the National Academy of Sciences USA 108,no.36（2011）:14998–15003.

[5] K.Vohs and R.Baumeister,eds.,The Handbook of Self-Regulation:Research,Theory,and Applications,2nd ed.（New York:Guilford Press,2011）;A.Diamond,Developmental Cognitive Neuroscience（New York:Oxford University Press,2012）.

[6] 这简化了试验规程但却抓住了要点。对精确的细节，请参见R.N.Cardinal,T.W.Robbins,and B.J.Everitt,The Effects of d-Amphetamine,Chlordiazepoxide,Alpha-flupenthixol and Behavioural Manipulations on Choice of Signalled and Unsignalled Delayed Reinforcement in Rats,Psychopharmacology（Berl.）152（2000）:362–75.

[7] See this at http://www.youtube.com/watch?v=kdTdp7Ep6AM,from National Geographic.

[8] See http://www.youtube.com/watch?v=SlWe7cO7ThQ&NR=1&feature=fvwp.

[9] B.Oakley,A.Knafo,G.Madhavan,and D.D.Wilson,eds.,Patho-logical Altruism（New York:Oxford University Press,2012）.

[10] See N.Swan,N.Tandon,T.A.Pieters,and A.R.Aron,“Intracranial Electroencephalography Reveals Different Temporal Profiles for Dorsal-and Ventro-Lateral Prefrontal Cortex in Preparing to Stop Action,”Cerebral Cortex（published online August 2012.doi:10.1093/cercor/bhs245）;G.Tabibnia et al.,“Different Forms of Self-Control Share a Neurocognitive Substrate,”Journal of Neuroscience 31,no.13（2011）:4805–10.

[11] S.R.Chamberlain,N.A.Fineberg,A.D.Blackwell,T.W.Robbins,and

B.J.Sahakian,“Motor Inhibition and Cognitive Flexibility in Obsessive-Compulsive Disorder and Trichotillomania,”American Journal of Psychiatry 163,no.7 (2006) :1282–84.

[12] P.S.Churchland and C.Suhler,“Me and My Amazing Old-Fangled Reward System,”in Moral Psychology,Volume 4:Free Will and Moral Responsibility,ed.Walter Sinnott-Armstrong (Cambridge,MA:MIT Press,2013) .

[13] S.M.McClure,M.K.York,and P.R.Montague,“The Neural Substrates of Reward Processing in Humans:The Modern Role of fMRI,”The Neuroscientist 10,no.3 (2004) :260–68.

自由意志

我们每个人都有自由意志吗？时不时地，我们会听到自由意志是一个幻觉这样的说法。这种说法实在是令人不安。它让人觉得当我决定为一次竞选活动捐款时，我原本就做不了其他的事情，但这有点夸张了，我可不是一个木偶，我原本是能做其他事情的。如果是这样，那么这些说法是什么意思呢？它们的意思是说你从未有所控制吗？这个意思太不靠谱，如果母熊尚且能运用自我控制，为什么你不行呢？

一开始我们就必须开门见山地表明自由意志在不同的人那里都意指什么，否则我们就会堕入混乱，就好像你和我在讨论备用轮胎（spare tire）[1]，你的意思是为汽车瘪胎预备的额外的那个轮胎，而我指的却是被称为“啤酒肚”的腹部赘肉。这些不同的意思完全不是同一回事。除了在日常的语境中说到自由意志的时候，我们通常的含义是什么这个问题之外，还有进一步的问题，即当一个人在搜集证据、权衡、向其他人寻求建议，以及在这之后做出决定的时候，实际上发生了什么。有关实际发生了什么的新发现也许会导致我们在一定程度上修正自由意志的含义，这个修正可能很剧烈，或者，视人们做出的发现，修正的程度也不大。举一个与自由意志并没有什么关系的例子，在19世纪中叶，人们相信原子是物质的不可分的单元，当人们发现原子实际上也有结构（质子、中子、电子等）的时候，原子这个词的意思就慢慢地变化以反映出这些发现。我推想人们也许会说：“好吧，看来原子是一个幻觉”，并弃用这个老词，转而起用一个新词，或许是微子（dinkytom）这样一个词。但实际上，人们并没有这样做。

就根本上来说，自由意志能够意指两个完全不同的东西。第一，你的意思可能是如果你有自由意志，那么你的决定就不是被任何事情引起

的——不是被你的目标、情绪、动机、知识，或无论什么东西引起的。按照这种说法，你的意志不知怎的就通过理由（无论它是什么）创造出了决定。这种观点被称作对自由意志的反因果（contracausal）解释。反因果这一名称反映了这样一种哲学理论：真正说来，自由选择是没有任何原因的，或至少没有任何诸如脑活动这样的物理原因。按照这一观念，决定的出现是没有前因的。德国哲学家伊曼纽尔·康德（1724—1804）有大略与此相同的观点，而康德的当代追随者也持有这样的观点。

要我说，这样的想法也就主要是学院哲学家才会采纳的，牙医、木匠和农民是不会这样想的。[2]当我在海滩遛狗的时候，我问那里的人他们觉得自由意志是什么意思，没有人做出过反因果的理解，一个人都没有。即使我是带着同情表述这种观点的，他们还是怀疑自由意志的这种含义能否被理解。他们并不认为在刑法中的判决要求反因果意义上的自由意志。律师们告诉我的也完全相同，没有丝毫的犹豫。我并不是说我做的是一次科学上有效的调查，但普通人给我的经验是自由意志有着与“反因果的选择”这种哲学含义不同的一种意思。

虽说是这样，倾向于赞同非物理灵魂的哲学家还是很容易想象灵魂出于理由而行动，而当灵魂这样做的时候，它并不是被引起去决定任何事情的。照这种观点，理性在没有原因的空间中运作，而理由并不是原因。

这个理论的一个问题是它将拥有一个理由并按照这个理由行动抬高到了一个近乎魔法的层次，但这样一种抬高却并没有什么帮助。一个知觉、一种情绪、一个记忆、对问题的一种解决方案、对一个行动的未来后果的一次评估、对证据的效力的判定等都能构成理由。所有这些当中的每一个都可以是理由，而它们全都涉及需要由物理的脑执行的功能，

这几乎是肯定的。

一个相关的问题在于非物理的灵魂这个假设，就像我们已经看到的，这是一个可疑的假设，它的证据实在是太薄弱了。第三个问题是，当我做出一个糟糕的决定的时候，比如在尝试着送鸡蛋的时候冲动地从布奇身边跑开，这个决定是由灵魂中的恐惧引起的，还是说决定是冲动做出的，比如那些完全由恐惧引起的决定，灵魂与这样的决定完全无关？只有好的决定才是由灵魂做出的，而坏的决定则是由脑引起的吗？这并不是一个难以捉摸的问题。糟糕的是，在解决这个问题的时候所有基于灵魂的策略似乎都是零时提出的，它们只是为修补特定的漏洞，而不是一个系统而强大的解释理论的一部分。

接下来是自由意志的第二种含义，我相信这种含义也就是自由意志的日常含义。[3]如果你心智健全，打算做出你的行动，知道你正在做什么，并且你的决定并不是被强迫做出的（没有人用枪指着你的头），那么你就展示了自由意志。对此，还能有什么要求呢？而且，就实践目的来说，这个含义基本上已经足够了。我们都很熟悉自愿的、没有受到强迫的有意图做出的行动是什么样子，而且我们通常都使用有意图的和自愿的这两个范畴来做出不仅在日常生活中，而且在法庭上，有意义的区分。我称此为自由意志的常规的（与反因果的相对）含义，它也是用于法律语境中的含义。对此人们不应该有什么吃惊。

与寡头政治（这个词意指由少数人控制政府）这个词不同，自由意志的第二种含义并没有一个精确的定义。虽说许多科学的概念，比如电子或DNA，现在已经有了精确的定义，但情况并不总是如此。科学只有成熟到一定的程度才能提供这样精确的定义。而且，其他的科学概念，比如人格、成瘾、情绪障碍（mood disorder）并没有非常精确的定义，但我们一样能够很好地交流。所以缺乏自由意志概念的精确定义并不意

味着我们会因此而糊里糊涂，它只是说这个概念就像大多数日常概念一样，我们可以有效地使用它而不至于不知所措。进一步，就像基因和蛋白质这样的概念一样，随着科学的发展，自由意志的定义会变得更加精确。[4]

莫尔特·多兰（Mort Doran）是不列颠哥伦比亚省科兰布鲁克（Cranbrook）地方非常受人尊敬的内科医生和外科医生，终其一生他都患有抽动秽语综合征（Tourette’s disorder）。[5]就像他说的那样，时不时地他就控制不了地要重复做出整个一系列无意义的行动（摸鼻子、摸肘部等），而且嘴上还嘟囔着，比如“愚蠢、愚蠢”，这一切行动和话语都毫无理由。这些无意义的行动被称为抽搐（tics），这种行为被名之曰抽动（ticing）。多兰医生会越来越强烈地感到要做出进一步的手势，这时他会走到屋子后面，让自己屈服于这种强烈的冲动。他的妻子和孩子已经完全习惯他了，注意不到他的抽动。令人吃惊的是，当他要为病人实施阑尾切除手术的时候，他的表现完美无缺，完全不会有抽动的手势或者说出什么咒骂的话。在手术当中，他很安静，表现也完全正常。在手术完成以后，当他走出手术室，抽动又照旧出现了。[6]

按照有自由意志与没有自由意志的对立，我们应该如何看待多兰在房屋后面完全屈服于强烈冲动的这段时期呢？首先，我们应当抵制这样一个假设：他的行动要么是自由的，要么是不自由的，要么是自愿的，要么是不自愿的，没有介乎二者之间的地方。实际的情况是他只是控制能力有几分不同，而不是他彻底丧失了控制，也不是他具有完全的控制。他介乎于这二者之间的某处。如果屋子突然着了火，多兰不会还站在屋子后面抽搐。我们所有人都会时不时做出各种各样毫无目的的小动作——搔搔这儿或挠挠那儿，发出一声叹息，咬指甲，跷二郎腿。思考这种强迫性抽搐的一种方式就是它有点类似于那些人们熟悉的坐立不

安，只是这种强迫性抽搐的欲望更加的强烈，行动也更加的仪式化。

有时候在参加无聊的讲座时，我要抽身离开的想法会越来越强烈。我必须要忍耐着待在座位上，假装在专心听讲，这实在让我很疲劳。多兰医生报道说去压制他想要抽动的欲望让他苦不堪言。也许我们之间并非迥然不同，也许只是在他的前额叶皮层多了一些多巴胺。

人们已经开始了解抽动秽语综合征的神经生物学，毫不奇怪，这一病征所涉及的是前额叶皮层中与自我控制有关的区域以及与基底神经节相连的区域。多巴胺与去甲肾上腺素这两种神经递质的差异也牵涉其中。[7]

从这个抽动秽语综合征的例子中我们能够引出的重点是，非典型的情况，那些并不容易划归为自愿行动的情况，是大量存在的。有一些情况并不重要，所以我们忽略它们而继续做其他的事，而有些则非常严重，它们会出现在法庭的辩论中：溺死自己孩子的严重抑郁的女子、受到父亲虐待而枪杀父亲的10岁孩子、在一个下午就买两辆捷豹（Jaguar）汽车的患有狂躁抑郁症的患者、做出有关治疗决定的处在阿尔茨海默症早期的患者。

尽管所有语言使用者通常都隐含地知道诸如自由地选择这样的范畴有着模糊的边界和非典型的情况，但明确地强调这一点是有用的。一方面，我们会从在并不存在精确性的地方坚持要求这种精确性的欲望中解脱出来。在不存在精确性的地方强求精确性常常意味着你纠缠在词语当中而不是在解决问题中获得进步。此外，这样的观察也解释了在如何处理那些边界情况的问题上人们会有所保留。患有抽动秽语障碍的人有没有自由意志呢？是的，他们有时候能够控制，而有时他们根本没有控制。某些药物可以调节他们的抽动，而他们也可以向任何其他人一样做

出完全理性和不容易做出的决定。

此外，像自我控制、自愿的，以及自由意志这些概念的边界是模糊的，这也就是为什么那些有头脑且认真的人们在如何对成问题的情况做出判断这一点上有所分歧。我倾向于认为一个富有的女演员应该为她在商店里偷窃价格不菲的内衣承担法律责任，而你认为她是受到了不可遏止的诱惑的驱使，她需要的是治疗，而不是惩罚。这是一种边界的而非典型的情况，这一点与伯纳德·麦道夫（Bernard Madoff）操作了十数年的庞氏骗局（Bernard Madoff and his Ponzi scheme）[8]不同。还要注意，在顺手牵羊的电影明星的例子中，也许并没有正确的回答，因此，我们要尽可能尝试化解我们的差异。

区分出典型情况与边界模糊的情况也意味着，尽管我们能够给出粗略的定义，但对我们来说，精确的定义——通过这样的定义人们可以用一种系统的方式把边界地带中所有杂乱的情况分拣出来——也许仍旧是雾里看花。

在涉及法律的场合中，决定是必须要做出的。总的来说，决定的做出依赖于复杂的法律框架，要带着善意和理解认识到许多的情况并不是一目了然的，并不存在一个恰如其分的范畴适用于这些顽固的情况。无论如何，在做出判断上的分歧也许会持久存在。

现在让我们回到自由意志是一个幻觉这个让人吃惊的主张。[9]准确说来，这个主张是想要说什么呢？它可能意味着各种各样的事情，这取决于作者怎么看。例如，如果你是康德主义者，你就会相信自由意志必须摆脱所有先在的原因，真正的选择必须是由意志创造的，而这个创造是没有因果输入的。然后你逐渐意识到在真实的生物世界中，做出决定总要求因果关系。如此一来，你就会抛弃自由意志的康德式概念，然后

宣布，“自由意志是一个幻觉”。简言之，你是在说反因果的自由意志是一个幻觉。

是的，这一切都没错。但是如果反因果的选择就是人们想要说的，那么这种意义上的自由意志是一个幻觉这个主张也就没有什么意思了，因为无论是法律、孩子的抚养，还是日常生活中的事情都不在任何重要的意义上依赖于这样一个观念：自由选择要求排除所有原因的自由。正像哲学家艾迪·纳米亚斯（Eddy Nahmias）已经表明的那样，普通人并不认为自由意志等同于反因果的自由意志。[10]一小部分赞成康德的哲学家也许会对反因果的自由意志是幻觉这个主张感兴趣，但说到我们其余的人，这个主张有点类似于大张旗鼓地宣称被外星人绑架是虚构的[11]。但真的就没有飞碟（flying saucers）在午夜时分降落到草坪上吗？哦，这个问题还真是机智。但要是自由意志是幻觉这个主张指的是其他的意思又会怎样呢？比如，要是它指因为我们的权衡与选择都有相应的神经机制，所以我们不可能有自由意志，情况又会是怎样的呢？对这样的问题我完全不知所措。为什么会有人提出这样的问题呢？在他们看来做出真正的选择需要什么呢？一个非物质的灵魂吗？非物质的灵魂说的是谁呢？[12]

如果自由意志是幻觉指的是在具有自我控制的脑和缺乏自我控制的脑或者自我控制能力降低了的脑之间没有区别，那么这个说法和事实就完全是南辕北辙了。正如我们上面讨论过的，那些区别是毫不含糊的，对那些区别的神经生物学我们现在已经有了很多的了解。

虽然让一些人失望，但我必须要说，我怀疑自由意志是一个幻觉这个主张常常都是匆忙做出的，眼睛只盯着头顶或脚下，而忽略了中间广阔的空间。

尽管自我控制会随着年龄、脾气、习惯、睡眠、疾病、食物，以及会影响神经系统功能的许多其他因素而发生变化，但它并不是幻觉。虽然有这样的变化，然而通过剔除根深蒂固的冲动，演化总的来说确保了正常的脑有正常的自我控制。[13]

[1] 在英文中，spare tire的字面意思是备用轮胎，因为形状的相似性，也被引申为腹部的赘肉，就好像中文里的“游泳圈”，除了字面的意思之外，也引申为围绕着腹部的赘肉。——译者注

[2] 哲学家Eddy Nahmias（http：//www2.gsu.edu/~phlean/）决定搞清楚普通人（也就是那些并非哲学家的人）是如何理解自由意志的。当他表明普通人对自由意志有一个普通的概念，这个概念与法律上的概念而非精致的哲学概念，比如笛卡尔或康德的概念，更为契合的时候，有些哲学家很是惊诧。请参见E.Nahmias,S.Morris,T.Nadelhoffer,and J.Turner,“Surveying Freedom:Folk Intuitions About Free Will and Moral Responsibility,”Philosophical Psychology 18,no.5（2005）:561–84.

[3] 对于自由意志的这一含义，我既受教于Eddy Nahmias的更为系统的工作，也受教于我自己和并非哲学家的人们的谈话。

[4] G.Lakoff and M.Johnson,Philosophy in the Flesh（Cambridge,MA:MIT Press,1999）.

[5] 抽动秽语综合征是以Gilles de la Tourette的名字命名的，Gilles de la Tourett是一名临床医生，他在19世纪描述了这一病症。

[6] 在加拿大广播公司的节目里，杂志上，以及Oliver Sacks在《纽约客》上的文章“A Surgeon’s Life，”（March 16，1992）都报道过多兰医生的故事，在Sacks的文章中，使用的是化名Carl Bennett。

[7] J.F.Leckman,M.H.Bloch,M.E.Smith,D.Larabi,and M.Hampson,“Neurobiological Substrates of Tourette’s

Disorder,”Journal of Child and Adolescent Psychopharmacology 20,no.4（2012）:237–47.

[8] 伯纳德·麦道夫，美国犹太人，是美国金融界经纪，前纳斯达克主席，后开了自己的对冲基金——麦道夫对冲避险基金，作为投资骗局的挂牌公司。因为设计一种庞氏骗局，令投资者损失500亿美元以上，其中包括众多大型金融机构。——译者注

[9] See,for example,Sam Harris,Free Will（New York:Free Press,2012）.

[10] E.Nahmias,S.Morris,T.Nadelhoffer,and J.Turner,“Surveying Freedom:Folk Intuitions About Free Will and Moral Responsibility,”Philosophical Psychology 18,no.5（2005）:561–84.

[11] 在这里作者的意思是说反因果的自由意志是一个幻觉这一点根本就不值一提，就好像根本没有必要去费力地宣称被外星人绑架不是真实的。——译者注

[12] Daniel Dennett,Freedom Evolves（New York:Penguin,2003）.See also my discussion in Brain-Wise:Studies in Neurophilosophy（Cambridge,MA:MIT Press,2002）.

[13] J.W Dalley,B.J.Everitt,and T.W.Robbins,“Impulsivity,Compulsivity,and Top-Down Control,”Neuron 69,no.4（February 2011）:680–94.

犯罪与惩罚

在什么时候我们会真正关心人们是否是以一种自愿的方式行动呢？这一点在什么时候是重要的？答案是在人们对其他人造成伤害的时候，在人们威胁到团体的稳定和福祉的时候。在这样一些时候，有关意图与控制的严肃问题不仅只是学术圈子的事（a matter of academic volleyball）。对于被告和受害者，对于共同体对制度的信任水平，对于草草的审判是否会侵害精巧细致的共同体的实践来说，在具体的情形中如何回答这些问题是事关重大的，来不得一丁半点的马虎。

卡梅隆先生是住在我家北边的邻居。一天夜里，他穿着睡衣起来，用喷灯点燃了他家的梨树。由于地处沙漠地区，火势蔓延的可能性引起了警报。卡梅隆先生为什么要这么做呢？对此人们都不明就里。后来才知道他患有严重的精神错乱，他的痛苦的妻子小心翼翼地掩盖着这件事情。卡梅隆先生根本就不知道自己正在做什么。他并没有打算要伤害或欺骗谁，只是神智彻底混乱了。

不同的火就要做出不同的分析。在一个冬夜里，凯特林家的那间急需修葺的谷仓起火了。凯特林想要一间新的谷仓已经很久了。当证据表明是他自己在将值钱的东西，包括他家的牛，搬移出来之后点燃了自家的谷仓，他遭到了纵火罪的指控。对纵火他有着无可推卸的责任。他原本希望能乘机利用保险给自己置办一件新的谷仓。对于纵火，他既有动机，也有犯罪的意图。的确，他需要一间新的谷仓，但他知道他计划并付诸实施的行动是在犯罪。

一个人是否对他造成了社会伤害后果的行动负有责任呢？长久以来这都是人们深入思考的一个焦点问题。在近代，这样的反思逐渐地体现

在了法律的各种原则中。刑法是彻底考虑实际的，为社会提供保障与安全是它最重要的关切。[1]因为意图与自我控制被假定为被告默认的状况——除非被告能够表明是其他的情况，否则他们就被默认具有意图和自我控制——所以通过从法律中汲取智慧来平衡对自由意志的更加抽象的讨论是很有用处的，因为法律要实际考虑如何处理与默认的状况相违背的情况。

在决定触犯法律的责任时，犯罪的意图始终都是要考虑的相关项。虽说有各种方式使得意图的问题变得很复杂，但就纵火、挪用公款，以及欺骗这些情况来说，犯罪的意图通常还是很容易确立的。当被告心智不健全的时候，需要花费很长时间来评估那些使情况变得复杂的因素。在刑法典中有非常具体的标准来判别被指控的人是否有能力接受审问：他能参与对他的辩护吗？他对于对他提出的指控有合理的理解吗？例如，对一个晚期的阿尔茨海默症患者的评估结果不大可能是他有能力接受审问。如果被告有能力接受审问，他还是可以诉诸精神不正常作为辩护。以精神不正常作为辩护的主要法律要求在于被指控者在他做下那件事情的时候是否知道他正在做的事情是错误的，这一点常常被称为南顿法则（M扟AGHTEN Rule）。[2]在有些司法管辖领域，还有为就意愿方面做精神不正常的辩护准备的法律条款。这一点提出了这样一种可能性：即使被告知到他正在做的事情是错误的，他也没有能力阻止自己去做这件事。

在美国，就意愿方面做精神不正常的辩护（volitionalprong）这一点在辛克雷（Hinckley）审判（约翰·辛克雷因为企图谋杀总统罗纳德·里根而被审判）之后成为众矢之的。陪审团判决辛克雷无罪，理由是他在意愿方面精神不正常。据称，他无可救药地迷恋影星朱迪·福斯特，以至于他打算杀死总统以给她留下深刻的印象。他的律师辩称他无法阻止自

己，即使他知道他所做的是错的。这个判决并没有得到公众普遍的接受，在这之后，联邦政府和大多数的州都不再将在意愿方面做精神不正常的辩护作为一个辩护的选项了。[3]

在一个成年辩护者那里，何时会出现自我控制的问题呢？对杀人所做的局部辩护（partial defense）允许被告证明自己在巨大的挑衅下丧失了自我控制。这一点被认为意味着处在某些状态下是可以引起杀人的，比如对严重暴力的不可遏止的恐惧，还意味着一个性别相同，年龄相仿，又具有正常拘束力和忍耐力的正常人是可以以相同或相似的方式做出反应的。这样的局部辩护已经在受到虐待的妻子杀死丈夫这样的案例中得到使用。以前的法律在丧失自我控制这一点上要求这种丧失是突然发生的，而在2009年开始生效的更新后的法律则放弃了这个要求。尽管这个改变在某些方面受到了欢迎，但在如何区别非突然性丧失自我控制与一般的复仇这两个方面上它还是提出了挑战。虽然有这样的挑战，但更一般地来说，看到如下这一点还是令人安心的，即自我控制会在各种情境中受到削弱，而在对这些情境的敏感性上，法律以精致和实用为目标。

随着科学对暴力产生原因的探索，法律也许会采纳如下的建议，如果能够表明被告生来就倾向于丧失自我控制，那么就应该免除他的责任。为这样一种倾向找到强有力的证据并不是一件容易的事。然而最近有研究发现了一种特殊遗传性变型（genetic variant），这些研究已经开始引起辩护律师的注意。几项大规模的流行病学研究显示在一元胺氧化酶-A（monoamineoxidase-A）（MAOA）上发生了某种遗传性变型的男性，如果他们在儿童时期遭受过虐待，那么他们就极有可能表现出具有自我毁灭和弹性特征的攻击性（self-destructive and resilient aggression）。[4]（下面，我将用MAOAx虐待来指这种变异基因与环境

因素之间形成的对子。）这个基因位于X染色体上，因此除非这种遗传性变型发生在女性的两条X染色体上（这一点必定是极其罕见的），否则这一状况不会在女性那里看到。在人类女性那里，还没有过有关MAOAx虐待的记录。

人们推测，既具有遗传性变型又是虐待受害者的男性，他们的自我控制网络的某些特征与具有正常MAOA基因的男性的那些特征不同。然而，人们目前还没有准确地找出这些差异在脑中的表现。在行为的层次上表现出的实际结果过就是，假使受到微小的刺激，或者自己想象的刺激，甚至在根本就没有任何刺激的情况下，具有MAOAx虐待的男性都极有可能表现出反复无常、自我毁灭和攻击性。

有些人支持免除具有MAOAx虐待的被告的责任，他们主要的哲学观点是无论是他们的基因还是他们早年受到的虐待都不是他们自己的选择。他们暴力行为的倾向并不是他们的错。当然，我们没有人能选择我们的基因，所以这个论证中基因的那一部分其作用是可疑的。把选择基因这一点放置一边，免除具有MAOAx虐待的男性的责任是一种相当极端的建议，这种建议不大可能被受害者和他们的家庭所接受，更不要说更广泛的社群了。恰恰是因为这些人非常易于做出暴力行为，即使在没有任何刺激的情况下也是如此，让他们返回社会明显不是一项明智的政策。法律是如何看待MAOAx虐待这样的案例的呢？

我们来看两个相关的庭审案例。第一个是发生在意大利的案例。被告阿卜杜勒马利克·巴尤（Abdelmalek Bayout）被一群年轻人攻击。之后他买了一把刀，沿街跟着受害者，杀死了他。受害者实际上并不是攻击巴尤的人。在判决阶段，辩方呈示了巴尤的MAOA证据（在这个案例中，虐待的情况并不清楚，而其精神病学状况也是一个问题），他的刑期被减为一年。[5]

第二个是在田纳西州的一个审判。在一次家庭争吵中，布拉德雷·伍德罗普（Bradley Waldroup）朝已和他分居的妻子的朋友开了八枪，他还杀死和他分居的妻子，他从背后向她开枪，然后用砍刀肢解她的尸体。在质询责任阶段（liability phase）（宣判之前），辩方就以MAOAx虐待这种情况作为证据，最终，对他的谋杀指控降格为非预谋杀人（voluntary manslaughter）。[6]

有关这种证据的一个重要问题是法律是否应该对这种遗传方面的情况有专门的考虑，如果有的话，又应该怎样考虑。[7]它终究应该被允许吗？如果应该允许，那么应该出现在审判的什么阶段——仅仅是在宣判的阶段，抑或是在质询责任阶段（宣判阶段）？在对MAOAx虐待的两个案例做出的仔细分析中，马修·鲍姆（Matthew Baum）论证说对法律做出修正的最佳阶段，如果有这样的阶段的话，应该是允许这样的证据出现在定罪后的补救阶段（postconviction），就像在巴尤的案例中，这样的证据会与减轻量刑有关。[8]对于改变法律来容纳这些案例，鲍姆的一般观点，是要小心谨慎，我的看法也是如此。一方面，还存在棘手的科学问题。例如，对具有MAOAx虐待的人所进行的研究来说，一个关注点是这一人群具有异乎寻常的同质性（一个在新西兰，一个在瑞典），而到目前为止，在针对MAOA的遗传性变型和暴力倾向之间是否存在更为普遍的联系还未可知。[9]

对具有MAOAx虐待的个体的暴力倾向所做出的报道很容易引发关于治疗的问题。按照对他们给予治疗的论证，对于这些个体，更有用处的法律制裁是对他们给予治疗而不是惩罚，尤其是因为他们并没有选择对暴力的倾向。尽管这是一个非常有用的讨论主题，给予治疗的这个选项还只是设想的状况。在当前，对这样的个体还没有有效的治疗方法，而要预测何时能够获得这样的治疗也很困难。

更一般地说，重要的是了解到如果治疗是一个可行选项来替代对罪犯的关押，如果它是没有偏见的公众能够接受的一个选项，那么就必须将治疗的有效性的门槛设定的非常高：必须要表明治疗可以充分有效地使被治疗的对象基本上不可能再犯。不但是说治疗有时候会在某些案例中起作用，而且要能够充分地确立其有效性以至于我们能够被确保治疗在防止再犯上的确是有效的。这是一个苛刻的要求，但这个要求不是不可能。由于罪犯常会再犯，因此必须对治疗提出苛刻的要求。

从医学的角度来说，通过治疗的干预来改善症状无须满足这样的高标准。在临床实验基础上的处方治疗（prescribing treatment）可以达到不错的效果，与没有这种治疗相比，这种治疗成功的频次更高。就临床上来说，试图做出干预并了解干预对患者是否有效这是无可厚非的，但临床的情况与法律的情况迥然不同，在法律的情况中，罪犯已经犯下了暴力罪行，被释放的罪犯会再犯，而这可不是鸡毛蒜皮的小风险。

基本上来说，并不存在一来在伦理上允许，二来又能够指望使得再犯近乎不可能的精神或药物的治疗方法。例如，前额叶切断术（Prefrontal lobotomy）（一种切断前额叶皮层与皮层更靠后区域之间联系的一种手术）也许是一种有效的治疗手段，但这种手术在伦理上是不被允许的。糟糕的是，对神经系统障碍有效的而又在伦理上允许的治疗通常都难以获得。犯罪者各有他们的背景和人格，而人们对暴力的神经生物学机理又所知寥寥。虽然如此，还是有些犯罪者完全可以从治疗中获得某种程度的改善，因此这里并不是说不应该用可得的方法对犯罪者加以治疗。然而，这里所说的确有一个意思，即这样的治疗并不是对监禁的一个替代。在未来，治疗或许可以发展到这样一个状态，但目前还没有任何治疗做得到这一点。

在许多国家，通过对性暴力犯罪者加以治疗来减少他们再次犯罪的

机会已经是一个受到青睐的方法，比如在德国、法国、瑞典和荷兰。在未加治疗的情况下，再犯率大约是27%，施以治疗，这个数字下降到了大约19%。治疗包括药物治疗、手术治疗（比如自愿阉割），以及认知–行为治疗。心理学家马丁·施穆克（Martin Schmucker）和弗里德里希·略策尔（Friedrich Lsel）对已有的各种研究做了细致的综合分析（meta-analysis），这些研究中有很多在方法上都是不相容的，他们发现在给以药物、手术，以及认知–行为治疗以后，再犯率有大约30%的下降。[10]

施穆克和略策尔的研究发现对性暴力犯罪者施以阉割会将再犯率下降至大约5%，尽管他们指出那些选择接受阉割的犯罪者在避免再犯上表现得非常积极。一般来说，阉割已经使接受阉割的性犯罪者再犯的危险远低于性犯罪者的一般水平。[11]接受了激素治疗来降低睾丸素水平（抗雄激素治疗）的犯罪者在再犯上也呈现出显著的下降。抗雄激素治疗的一个实际问题是，当犯罪者被从监禁中释放，他们或许会因为厌恶副作用，包括体重增加，而停止治疗。糟糕的是，在经过抗雄激素治疗后又停止治疗往往会造成甚至比基准线更高的再犯率。而且，即使是那些进行了阉割的犯罪者，他们在阉割之后接受外源睾丸素也可能造成效果的逆转。对于这两种治疗，施穆克和略策尔强调应该极其谨慎地考虑它们的结果，因为各种研究之间在方法上缺乏一致性使得做出有意义的比较这一点很成问题。从法律的角度来看，这些研究最为关涉的是监禁中与监禁后的治疗问题，而不是将治疗作为监禁的替代品的问题。[12]

对患有压迫眶区前额叶皮层——这是一个对自我控制很重要的区域——的脑部肿瘤的犯罪者来说，要考虑的东西就有所不同。[13]一个本着良心的辩护律师也许想要为犯罪者做出这样的辩护：犯罪者是因为肿瘤而犯罪的，摘除肿瘤就会完全排除再次犯罪的危险。肿瘤的影像可能

会非常扎眼，也许会潜在地影响陪审团，而陪审团的成员没有专业的科学知识来评估他们所看到的影像的意义。[14]就目前的情况来说，将这样的影像纳入证据之中还是极有争议的事情，这在很大程度上是因为科学还未能确定在犯罪的时刻，这样一种状况在因果上决定了人们所做出决定。

从医学的观点看，肿瘤也许有可能对被告人整体的认知功能产生一定的影响。但是从法律的观点看，要处理的却是更加精确的问题：是肿瘤造成了被告人勒死自己的妻子吗？[15]证实这个主张所面临的障碍在于这样一个事实：在那些罹患这种肿瘤的患者当中只有极少数有过暴力犯罪。这个事实就让如下明确的主张欠缺说服力，即罹患这一特定肿瘤能够解释这种特定的暴力行为（勒死妻子）。这个事实意味着也许还有其他未知的因素在其中发挥着重要的作用。关于调节自我控制和情绪的回路还有很多的细节是我们尚不知道的，而且微回路（microcircuitry）的个体差异使得在单个案例中追踪因果关系变得非常困难，所有这些情况都使得法官和控方律师宁愿慎之又慎。

就我来说，对治疗的问题做这样简要的考虑是想要让人们注意到对暴力犯罪者实施治疗的实际情形。监狱的不幸状况常常会让那些好心的人们质疑为什么不对这些犯罪者施以治疗。糟糕的是，不论成功进行治疗的理想多么诱人，科学目前尚不能让治疗的充分效果达到这一理想。毋庸讳言，公共安全将始终是刑事司法体系运作的主导因素，除非将重犯率降至一个极低的、公众可以忍耐的限度，否则监禁就仍会发挥主要的作用。我要赶紧做一个补充：这些问题都是非常复杂的，在这个主题上有着巨大的讨论空间。

在理解将自己的专业知识运用于法律领域中的后果这一点上，科学家责任重大。做出一个仓促的演绎论证说人们不应为任何事情受到惩

罚，这样的做法不仅不切实际，而且会挫伤有价值的讨论。要取消监狱？如果这样的话，人们自发组织的治安维持会（vigilante justice）就会立刻接管局面，比起即使不那么完美的刑事司法系统来说，这样的状况会把我们带到更不幸的境地。要是以为监狱被取消了，就不会再有惩罚，那就有点痴人说梦了。认为用惩罚作为威慑的刑法不能遏制人们去做可怕的事情也同样荒唐。假设对人们偷漏税的行为没有任何处罚，绝大多数的人是会老老实实交清他们的税款，还是会侥幸各处透漏一点，或者完全就忘记了这桩事呢？就像律师和法官需要了解神经科学的各个方面来帮助他们理解和判断一个案件一样，科学家和哲学家也有必要了解一点刑事司法体系的历史，最典型的案例，以及需要维持司法实践的那些论证。



有时候，你所抑制的冲动是关于信念的冲动。在你的心智生活中平衡与判断是情绪–认知要素，如果你说：“不，我不相信杏仁能治愈卵巢癌”，或者“不，我不相信自我标榜的灵媒能找到失踪的孩子”，抑或“不，我不相信我的投资在未来20年每年都会有12%的收益”，当你这样说的时候，你都有赖于平衡和判断。你希望厄运不要降临到你的头上，但你会买保险来防备这种可能性。你希望滑雪的时候千万不要摔个鼻青脸肿，但你还是会穿上合适的靴子和头盔以防万一。父母们都不愿意相信自己的孩子是班级里的刺头，但也许最好是无论如何都面对这样的事实。

就所有生物学上的事情来说，同一物种之内的不同个体之间有巨大的差异。有些人容易上当受骗，而有些人则总是疑神疑鬼；有些人粗心大意，而有些人则谨小慎微。自我控制在一个人相信什么上发挥作用，这就和在一个人决定做什么上发挥作用一样。保持警惕和小心谨慎的习

惯常常都对生存有好处，但在某些情况下，比如在激战正酣的时候，照冲动行事也许要比小心谨慎更有价值。

在这一章有一个问题尚未触及，这就是无意识活动在我们的决定和行为，包括高度受控的行为中的作用问题。下一章的重点是无意识的脑。

[1] Paul Seabright,The Company of Strangers:A Natural History of Economic Life（Princeton,NJ:Princeton University Press,2010）.

[2] 1984年精神病辩护改革法在国会获得通过，按照这个法案，①积极性抗辩：对任何联邦法令下的指控，以下属于积极性抗辩：在构成犯罪的行为发生的时候，被告由于严重的精神疾病或缺陷不能理解他的行为的性质或不法性。否则，精神疾病或缺陷就不构成辩护。②举证责任：被告有责任通过清晰且令人信服的证据证明精神病辩护。关于精神病的不断变迁的法律定义，请参见Robert D.Miller,“Part 3:Forensic Evaluation and Treatment in the Criminal Justice System,”in Principles and Practices of Forensic Psychiatry,2nd ed.,ed.Richard Posner（London:Arnold,2003）,183–245.

[3] C.Bonnie,J.C.Jeffries,and P.W.Low,A Case Study in the Insanity Defense:The Trial of John W.Hinckley,Jr.,3rd ed.（New York:Foundation Press,2008）.

[4] A.Caspi,J.McClay,T.E.Moffitt,J.Mill,J.Martin,I.W.Craig,A.Taylor,and R.Poulton,“Role of Genotype in the Cycle of Violence in Maltreated Children,”Science 297,no.5582（2002）:851–54;C.Aslund,N.Nordquist,E.Comasco,J.Leppert,L.Oreland,and K.W.Nilsson,Maltreatment,MAOA,and Delinquency:Sex Differences in

Gene-Environment Interaction in a Large Population-Based Cohort of Adolescents,Behavior Genetics 41（2011）:262–72.

[5] http://www.nature.com/news/2009/091030/full/news.2009.1050.html.

[6] http://www.tncourts.gov/courts/court-criminal-appeals/opinions/2011/10/20/state-tennessee-v-davis-bradley-waldroup-jr.

[7] E.Parens,Genetic Differences and Human Identities:On Why Talking About Behavioral Genetics Is Important and Difficult,Hastings Center Report Special Supplement 34,no.1（2004）.

[8] Matthew L Baum,“The Monoamine Oxidase A（MAOA）Genetic Predisposition to Impulsive Violence:Is It Relevant to Criminal Trials?”Neuroethics 3（2011）:1–20.doi:10.1007/s12152-011-9108-6.

[9] 遗传学家Ralph Greenspan向我指出了这一点。

[10] M.Schmucker and F.Lsel,“Does Sexual Offender Treatment Work? A Systematic Review of Outcome Evaluations,”Psicothema 20,no.1（2008）:10–19.See also R.Lamade,A.Graybiel,and R.Prentky,“Optimizing Risk Mitigation of Sexual Offenders:A Structural Model,”International Journal of Law and Psychiatry 34,no.3（2011）:217–25.

[11] 关于为什么有些人可能选择阉割作为治疗手段，请参见L.E.Weinberger，S.Sreenivasan，T.Garrick，and H.Osran，“The Impact of Surgical Castration on Sexual Recidivism Risk Among Sexually Violent Predatory Offenders，”American Academy of Psychiatry and the Law33，no.1（2005）：16–36.

[12] 要注意的是通过外科手术干预神经系统来改变社会行为这种做法会带来进一步困难的以及从历史上来说非常微妙的问题，其中包括要防范

这样一种治疗，这种“治疗”针对那些只是古怪或者与众不同或者难以管束的人。请参见E.S.Valenstein,Great and Desperate Cures:The Rise and Decline of Psychosurgery and Other Radical Treatments for Mental Illness（New York:Basic Books,1986）.See also Theo van der Meer,“Eugenic and Sexual Folklores and the Castration of Sexual Offenders in the Netherlands（1938–68）,”Studies in History and Philosophy of Science Part C:Studies in the History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences 39,no.2（2008）:195–204.

[13] See J.M.Burns and R.H.Swerdlow,“Right Orbitofrontal Tumor with Pedophilia Symptom and Constructional Apraxia Sign,”Archives of Neurology 60,no.3（2003）:437–440.doi:10.1001/archneur.60.3.437.

[14] D.S.Weisberg,F.C.Keil,J.Goodstein,E.Rawson,and J.R.Gray,“The Seductive Allure of Neuroscience Explanations,”Journal of Cognitive Neuroscience 20,no.3（2008）:470–77.

[15] Herbert Weinstein勒死了自己的妻子然后把她从他们纽约市公寓的窗户上抛了出去。就这个案例的简短讨论以及在对Weinstein先生所做的辩护中，他的肿瘤起到的作用，请参见Jeffrey Rosen，“The Brain on the Stand，”New York Times，March 11，2007.

第8章　隐藏的认知

无意识的智慧

设想你在一个鸡尾酒宴会上，遇到你老板的丈夫。在这种情况中你会无意识地做一些事情。一旦你被引见给他，开始和他聊天，你就会倾向于模仿他的微笑、姿势和说话的语调，而他对你的反应也与此类似。他食用了开胃食品，你也如此；他双臂交叉，过了几秒，你也同样；你使用了一个类似“了不起啊”惊叹词，过了几秒后，他会随声附和道“是的，了不起啊”。当两个人初次见面时这种微妙而复杂的无意识模仿尤其普遍，但肯定不局限于这样的场合。实验心理学家所做的细心观察显示，除非环境是预设的，否则两个人会有规律且微妙地模仿彼此的社会行为。是的，你也在这样做。

通常这种类型的模仿不会在有意识的目的下完成，也就是说，你对你打算这么做或者甚至正在这么做的行为是无意识的，而且这一点对情境是很敏感的。你留下良好印象的重要性越大，或者是你在社交方面越有压力，你就越有可能且越频繁的模仿。一般来说对你作为模仿而做出的行为你是无意识的，不仅如此，其他人相应做出的低调模仿也可能逃过你有意识的注意。尽管如此，它对你和他人如何看待对方仍有影响。

你、我和几乎其他所有人都会很有规律的模仿的证据何在呢？社会心理学家已经就这个问题进行了许多实验：安排一个大学生在某个房间，与另一个人（实际上是实验者的助手）共同完成一些难题或者无伤大雅的任务。秘密观察者统计这位学生模仿的实例。录像更清晰地显示模仿的行为。如果此学生在实验之前是不善交际的，那么他模仿的概率会上升。

你可以换另一个实验来判断模仿或缺少模仿对这位学生的影响。在这个改变中，这一助手或者模仿这位学生的手势、身体姿势等或者谨慎地抑制模仿。等离开房间后，这位学生会被问到如何评价这一助手。如果助手模仿了这个学生的行为，那么他很可能受到学生的喜欢，否则就不会受到学生喜欢。还有看待这一效果的另一种方法。如果助手很明显无意地掉了一支铅笔，被模仿的学生会比不被模仿的学生更有可能帮他捡起铅笔。在之后问他们是否注意到他们的姿势被模仿，学生们都说不知道。[1]

当然了，人们也能够带着审慎的意图去进行这种模仿，而有时候推销员被训练要精于恰如其分的模仿以顺畅地展开推销工作。他们利用了我们在被模仿时感到舒服的这个事实。精神病学家也告诉过我他们经常有意地做出模仿到足以来鼓励他们的病人放轻松。（如果病人不是大学毕业生，他们可能会随口漏掉“g”而说“How are you doin”）

我们为什么会模仿呢？社会心理学家认为这种在社会条件下的模仿会有助于提高我们对彼此的信任。如果在我们的谈话中我对你不做任何的模仿，你可能会感到相当不爽，而且与我确实模仿你相比，你会认为我不那么近人情。但是为什么模仿会让我们更加舒服呢？对此还没有确定的理论。我个人的推测是：如果你模仿我的行为，尽管非常低调，那么在一些重要的社会特征方面你就和我相似；如果我了解这一点，那么你对我来说就不那么出乎意料了。你就像我圈子中的那些人一样是我可以预测行为的，而脑钟情于可预测性。[2]

你也会发现你无法轻易地阻止自己进行社会性模仿，除非你付出相当大的努力。而且如果你的确成功地抑制了模仿，那么从社交上来说，你会很容易对这样的成功感到不自在。你也许会让其他人感到厌烦，也让自己很难相处。如果你是在军队或中央情报局，你也许会受到训练来

控制这种社会行为，如果你必须要与一种非常微妙的情境相周旋的话。

现在该简要地说说（whaddyamean）一些词汇的意思了。单词“无意识的”“非意识的”和“潜意识的”在被用到科学的各个分支中时可能有细微的差别。然而它们的共同之处就是它们所指的过程不是我们所能意识到的；尽管它们能影响我们的行为，但我们仍不能就它们做报告。这并不是严格意义上的定义，因为严格的定义是与成熟的科学齐头并进的。说到“有意识的”和“无意识的”，脑科学还没有发展到足以准确说明在我们意识到和没有意识到的时候都发生了什么。

在等待建立起严格定义的科学结果的同时，我们要做的就是参考典型的实例，在那些实例中我们能达到标准的一致意见。例如，我们普遍同意以下事实：你对你凭借什么而把一张脸看作一张脸或者凭借什么知道你要呕吐或打喷嚏的过程是无意识的，你只是意识到你要呕吐或打喷嚏。当你在沉睡或昏迷或处于植物人状态的时候，你对感觉刺激是没有意识的。当你清醒时，你会意识到你看到了别人的脸庞和闻到气味。你知道一个人词不达意，但你意识不到造成这种状况的过程。因此尽管你也许会认为我应该小心翼翼地区分“无意识的”“非意识的”和“潜意识的”，但就当前的目的而言，做这种区分就好像抛光一个捕鼠器一样是一件没有必要去完成的工作。

[1] T.L.Chartrand and J.A.Bargh,“The Chameleon Effect:The Perception-Behavior Link and Social Interaction,”Journal of Personality and Social Psychology 76（1999）:893–910;J.Lakin and T.L.Chartrand,“Using Nonconscious Behavioral Mimicry to Create Affiliation and Rapport,”Psychological Science 14（2003）:334–39.

[2] See also M.Earls,M.J.O’Brien,and A.Bentley,I’ll Have What She’s Having:Mapping Social Behavior（Cambridge,MA:MIT Press,2011）.

无意识进行的对话

想一下你上次的谈话。你是有意识地选择了你说话用的词吗？你有意识地组织了你说出的句子的结构和单词顺序吗？你有意识地避免使用你知道会冒犯听你讲话的人的语词吗？几乎肯定是没有的。正常的谈话都是在无意识机制的指导下进行的。只有在说过之后你才会准确地意识到你无意识要说的话。你会根据谈话的对象是小孩、同事、学生还是院长来调整你的讲话。这些讲话和可能都不是有意识的。

自相矛盾的是，谈话通常被认为是有意识行为的典范，是我们要求人们负责任的行为。没错，它的确需要意识，你不能在沉睡或昏迷时与别人谈话。虽说是如此，但组织你把话说出来的活动不是有意识的活动。说话是一种有高度技巧的事情，它依靠于无意识的知识，这种知识精确地知道该说什么和怎么说。

尽管弗洛伊德可能因为他关于精神分析的观点而为人们所熟知，但他还有关于意识的各种理论，事实证明这些理论（他在1895年左右发展了这些理论）要比他那些关于治疗神经症的相当有倾向的观点重要得多。年轻的弗洛伊德是一位神经病学家，专门研究紧随在中风或其他形式的脑损伤之后出现的语言能力缺乏（失语症）。他发现当我们彼此谈话、讲座或面试时，我们对我们所说的东西是有意识的，但是对词语的选择以及将词语组织成句子和论证这些方面则完全由无意识过程来负责。我们有意识地觉知我们想说的大概主旨，但是其中的细节却来自无意识的脑。大多数时候，这种“一般主旨”本身可能并未由词语明确有力地表达出来，而只是用一种含糊的意象主义的方式表达出来。有时候我们对我们要说得最多只有一半的意识。

你会注意到如果你停下来去有意识地精确地准备你接下来要说的话，你就会结舌，然后根本就不会按照正常方式讲话了。我有时会吃惊于只要我知道我在演讲中打算说的一般概要，整个的演讲就会和盘托出，而且差不多就是我想的那样，但是逐字的计划就是我无意识的脑为我做的工作。当我第一次公开演讲时，我似乎准备得过多，我试着准确地记下我要说的句子。这是个灾难，因为它听起来既僵硬又做作，确实如此。之后，我开始放心地让自己去表达我知道我拥有的知识——我要说的东西的主旨——而话语就自然地脱口而出，大多数时候，它们都是不错的。

实际上在演讲中我从未说过与演讲内容完全无关和偏离上下文的话，鉴于无意识的脑所发挥的作用，这一点就是我发现的令我吃惊的地方。尽管我与朋友在一起时有一个很不好的说粗话的习惯，称“该死的这个”，“该死的那个”，但是当我在演讲时从来不会说“该死的”，我甚至都不必去想不要说粗话。无意识的脑，太棒了！

很多人都注意到说话的这个方面，可是弗洛伊德继续问了一个有趣的问题：这些无意识的过程是心智过程吗？他认为是的。他在1895年声称“意图既是无意识的也是心智的”，这引发了一片哗然。因为在19世纪90年代，许多科学家，也包括绝大多数人，一般都是二元论者。简言之，他们认为像听到狗叫和想象富士山这样的精神状态是非物质的灵魂的状态，而不是物理的大脑的状态；毕竟它们是心智状态。

弗洛伊德的神经病学同事都同意支持说话的过程的确是脑的过程，但是他们坚持认为这些过程因此不可能是心智的。相反，他们视这些过程是生物学过程，而且与体现智能的解决问题相比更像是条件反射。

弗洛伊德坚持他自己的观点。他认为支持说话的那些过程既是心智

的又是物理的过程的一个原因就是：当我和你谈话时，你说出了一句话，或许你说过的话就是你意图说的，可是你并没有预先在你有意识的心智中规划它，然后再说出来。因此，从某种意义上说，这种意图是无意识的，但是你发表观点这样的事完全不像反射，比如当一个人悄悄从你身后靠近，并且大声叫喊所引起的你受惊的反应。

按照弗洛伊德那个时代的传统看法，适用于解释无意识任务的词汇包括诸如神经元、反射和原因这样的词语，而适用于解释心智任务的词汇则包括诸如意图和理由这样的词语。这两种词汇是老死不相往来的。脑不能推理，心智可以；脑有神经元，心智则没有。按照传统的观点，无意识的知觉、思想或意图这样的观念都是矛盾的。它们是毫无意义的，因为它们用一种非传统的方式使用语言。弗洛伊德看得更深。奠定说话的那些过程不是以惊吓反应而是为反射的方式而成为反射的，绝对不是。它们是敏捷的、恰当的，是有意图的。它们是无意识的，而且必定是脑的状态，因为除此之外它们不是任何其他东西的状态。

和赫姆霍兹一样，弗洛伊德开始认识到心智与生物学相对立的二元论是误入歧途的。妨碍二元论的是自笛卡尔以来就在折磨着二元论的所有那些问题，我们在第2章讨论过这些问题，诸如：物理事物与灵魂事物的关系的本质是什么——它们怎么能够在因果上相互影响呢？如果灵魂没有大小，没有空间上的广延，也没有力场，那么拥有这一切的脑是如何与这样的实体有因果相互作用的？此外，假定达尔文的进化论，灵魂又来自哪里？灵魂什么时候进入身体，又是如何做到的呢？影响脑而又受到脑的影响的灵魂的存在要怎样与物理学以及能量与动量守恒相一致呢？如果记忆是非物质的灵魂的一部分，那么为什么当脑失去组织时记忆会减退呢？

虽说对弗洛伊德的理论有所重构和简化，但我认为他意识到被我们

指为心智的东西是神经生物学的东西，无论它如何冲撞了我们的直觉。他明白需要用无意识的推理、意图和思想来解释如下事情：复杂的知觉（例如，把讲话视为有特定的意义）和复杂的运动行为（例如，有目的的和可被理解的说话）。而且，他猜测就长远来看，人们所需要的是一种单一完整的词汇表，它可以囊括有意识的和无意识的事情。最终——这个“最终”有可能非常漫长——这个词汇表将会反映出脑与行为科学的进步。

在那个时候，弗洛伊德的想法是，由于脑科学几乎还是一片空白（记住这是在1895年），所以我们就只有用我们现有的词汇表勉强应付。他意识到他对包含脑和行为科学的词汇表会是什么样子茫无头绪。他得出一个结论：我们别无选择，而只能勉强用我们知道是有缺陷和令人误导的词汇表，也就是说，用意图、理由、信念等词汇，来勉强描述无意识的状态。因此，由于认识到我们不得不用我们拥有的科学来设法应付，我们可以看到如下这种做法的好处，这种做法就是将赋予我们所说的东西一个准确形态的那些意图刻画为无意识意图。概括说来，这就是弗洛伊德向他的同事提出的基本论证。

在这一点上，赫姆霍茨和弗洛伊德占了上风，从他们的洞见产生出了新的困惑：使无意识意图变为有意识意图的机制是什么。在这里弗洛伊德以一种令人惊讶的现代方式开始了思考。他认为对于感官知觉来说并不需要有无意识的意图来引导着它们变成有意识的。实际上，感官处理的结果是有意识的这一点是脑的组织方式所实现的一个功能。只要你睁开眼睛，你就会有意识地识别面孔、狗、汽车等。如果你留意引擎的声音，你就会听到它；如果你留意乌鸦的叫声，你就会听到它，等等。通常来说，无论如何都不需要去做出有意识的工作来让人们说出“哦，是的，那是温斯顿·丘吉尔的脸”。[1]

然而说到思想，弗洛伊德似乎推测它们必须“诉诸语言的网络”才能够成为有意识的。令他做出推测的典型情况是说话：只有当我已经说了，我才确切地知道我想要说什么。类似的，只有当我（在心里）对自己说了，我才知道我在想什么。关于语言网络的必要性这一点弗洛伊德怕是被误导了，毕竟，有许许多多有意识的思想可以采取图像的形式，诸如感官的、有关动机的、情绪的，以及运动的图像。

并非所有的推理都有一个类语言（languagelike）的形式。从像乌鸦和大象这样的智能动物解决问题的行为我们就可以知道这一点。戴安娜·雷斯表明，就像海豚一样，大象能够识别镜中的自己。[2]伯恩·海因里希表明，乌鸦可以在一次实验中解决一个新的、多步骤的问题。[3]这些成就都包含着去弄清楚某件事情，在我的书中，这就是思考。有证据可以证明，对于思考来说，复杂的有意识图像（非语言思考）要比“诉诸语言的网络”更为基本。当然，如果你教条地把思考定义为“必须借助语言”，那么自然会无关痛痒地得出结论说你需要语言来思考，但那真的很无趣。

要相信思考和解决问题并不总是需要依赖于语言这一点还有另外一个理由。在孩子会说话以前，他们依赖于感觉图像和运动图像来解决问题和做出推理，例如玩具藏在哪里了这样的问题？但是随着语言的习得，孩子的思想会变得更复杂，这些思想反映了地方方言的复杂性。最终，他们要学习抑制外显的言语（overt speech），而他们的内隐的言语（covert speech）与感觉和运动图像一道构成了有意识思想的一部分。当然，弗洛伊德正确地相信所有这些都是由神经元完成的，在神经网络中的神经元一起完成了这些复杂的工作。

我也怀疑，弗洛伊德在语言和其他形式的行为之间做出的区分有些过分了。如果你在玩曲棍球或棒球这样需要快速运动的游戏，直到你开

始去做之前，你也许都不知道你接下来要做什么。你只是有一个粗略的意图。当我要做汤的时候，我有一个大概的想法要往汤中加些什么，但是当我到冰箱和碗柜里翻了一通，最后加到汤里的可能是其他的东西。我认为人们完全可以说在我已经把汤做出来以前，我并不知道我打算做什么汤。

毫无疑问，语言对于人的认知是重要的，但也有一些哲学家，比如丹尼尔·丹尼特，从脑的视角赋予它言过其实的重要性。在丹尼特那里，他似乎采纳了弗洛伊德关于语言和思想之联系的建议，并继而将之拓展到意识经验的所有方面。例如，丹尼特始终坚持这样一个论证：有语言的存在物才实际上具有意识。

在《解释意识》（Consciousness Explained）一书中，我详细地论证了，这样一种信息的统一——对于我们这种意识而言，这个统一是首要的先决条件——并不是任何我们生来就有的东西，不是我们天赋的“硬件”中有的东西，而是在一种令人惊异的巨大程度上我们沉浸于人类文化中的人造物。[4]

在此涉及的人类文化的那个部分就是语言，对此丹尼特没有一丝含混。丹尼特的基础信念是，意识在本质上是一种叙述（narrative），而为了叙述，人们需要语言。对支撑意识所必需的认知组织（习得的语言），丹尼特主张：“这是一种在我们这个物种，而不在任何其他物种那里迅速得到的一种组织”。[5]

丹尼特在这里可不是随便说说（cavalier）而已，他是说真的。他认为没有语言，动物就没有意识，这种想法也包括还没有掌握语言的人（nonlinguistic human）。在他1992年的著作中，丹尼特论证说语言的习得会重新布置负责意识的脑内的连接（rewire）。这是一个非常强的

可以检测的主张，迄今为止，神经科学还没有对这个主张提供出证据。在这样的确信中，丹尼特与诸如安东尼奥·达马西欧（Antonio Damasio）和雅克·潘克塞普（Jaak Panksepp）这样的神经科学家形成了旗帜鲜明的对照，这些神经科学家一开始就认为其他的哺乳动物也经验到情绪、饥饿、疼痛、失望、以及热和冷。[6]

在下一章，我们会再一次触及这个问题，在那里我们会看到在理解那些支持和调节意识的脑过程方面所取得的进展。像潘克塞普一样，我想要指出神经生物学的进展包含着对哺乳动物的脑活动的研究，其中也包括人脑活动，这些研究针对哺乳动物处在清醒、熟睡、做梦、昏迷、惊厥、被麻醉、注意，以及做决定等各种状态中的时候，指出这一点为质疑丹尼特的观点播下了最初的种子。如果哺乳动物的脑在各种状况下都表现出强烈的相似性，那么在与人脑具有相似性的地方，就更有可能发现贯穿哺乳动物物种的意识的基础。鸟类——它们的脑在其组织上略有不同——也可以以这样的方式来探索。

正像潘克塞普对这个问题所做出的判断，有意识这一点使语言的习得成为可能，而不是相反。如果你没有意识，无论是哪一种人们可能不具有意识的方式（例如，在熟睡中），你都不会去学习任何东西，更不要说语言了。

[1] David Livingston Smith,"'Some Unimaginable Substratum':A Contemporary Introduction to Freud's Philosophy of Mind,"in Psychoanalytic Knowledge,ed.Man Cheung Chung and Colin Fletham（London:Palgrave Macmillan,2003）,54–75.

[2] D.Reiss,The Dolphin in the Mirror:Exploring Dolphin Minds and Saving Dolphin Lives（Boston:Houghton Mifflin Harcourt,2011）.

[3] B.Heinrich,Mind of the Raven:Investigations and Adventures with

Wolf-Birds（New York:HarperCollins,2000）.

[4] See D.C.Dennett,“Animal Consciousness:What Matters and Why,”Social Research 62,no.3（1995）:691–720.http://instruct.westvalley.edu/lafave/dennett_anim_csness.html.

[5] D.C.Dennett,“Animal Consciousness:What Matters and Why,”Social Research 62,no.3（1995）:691–720.

[6] 关于意识何以在感受和情绪中有其根源的演化解释，请参见Antonio Damasio and Gil B.Carvalho,“The Nature of Feelings:Evolutionary and Neurobiological Origins.”Nature Reviews Neuroscience 14（2013）143–52 doi:10.1038/nrn3403.See also J.Panksepp,“Affective Consciousness in Animals:Perspectives on Dimensional and Primary Process Emotion Approaches,”Proceedings of the Royal Society 277,no.1696（2010）:2905–7.

获得习惯

习惯是另一种有意识与无意识的脑活动被无缝整合在一起的方式。形成习惯是与世界打交道的一种非常有效的方式，通过习惯，工作（比如挤牛奶）中的许多任务都可以从有意识的脑交到无意识的脑。当然，要去挤牛奶，你必须要有意识。一个有经验的牛奶工恰恰不会像新手一样专心在这件事情上。习惯的形成可以说是上天的赐予。无论是打高尔夫球、骑自行车、换尿布，还是剥豌豆，你都要努力地获得习惯。它可以让你有意识的心智转移到其他工作上。

通过获得习惯而自动地做出某些行为会使生活的进展变得更加平顺。在社会生活中，你在孩子时代获得习惯，它们会助你更好地前进；现在，你不需要再为说请和谢谢你去考虑，或者你无须再去考虑不要再公众场合放屁或者不要盯着相貌丑陋的人。

那些熟练的健谈者知道如何去营造氛围（work the room），他们无须每次都要有意识地重新谋划。有演技的演员无须费力就能进入状态。在技艺精湛的赛车手看来关键是不要（有意识地）想得太多。[1]当一个人成功地完成一次技巧纯熟的活动，比如说他在观众面前用钢琴行云流水地演奏了一首巴赫的变奏曲，他对自己很满意，“我的表现真不错”。的确，是他的表现，是他的无意识和有意识的活动共同完成的。一个人的无意识的习惯的确是他的一部分。人们常常都依赖他们的无意识习惯；在一个人流畅地完成他的工作的时候，他会感到轻松。

有一些无意识的习惯是我们并不喜欢的，例如一而再再而三的“重温”一次已经过去的冲突，想着我们原本应该说什么，下一次又会说什么，等等。虽然我们也知道这样做毫无用处，也有意识地决定不再这样

做，但是当我们在做沙拉或者开车上班的路上，脑子里还是会记起这个冲突，止不住地要去设想原本应该（或原本能够或原本会）（shoulda-coulda-woulda）如何。我们的无意识有时候会让我们非常为难。

有一些受无意识控制的习惯可以随着有意识的努力而发生变化。人们也许不会否认，要是有哪个同事将要在会议上做一个冗长的发言，他们基本上一定会感到厌烦。我曾经了解到一个方法可以让人们在同事长篇大论的时候控制他们的烦躁，这个方法就是将这个同事想象成一个在你面前的虫子，而你用一个喝水的玻璃杯慢慢地、小心翼翼地将他扣住抓住他，就好像你也许会用一个真的玻璃杯抓住一只真的虫子一样。我试过这个方法，发现它真的很管用，它可以让人心有旁骛，（满意地）度过这个冗长的演讲，还能够完全保持安静。

获得习惯和技能，让它们可以完全自动地进行，这是脑在演化的过程中要做到的事。获得习惯和技能可以节省时间和精力。对于所有动物的生存和福祉来说，这两方面的节省都是至关重要的。人们的那个我依赖于他们的有意识和无意识活动的紧密结合。

[1] Garth Stein,The Art of Racing in the Rain（New York:HarperCollins,2009）.

我和我的无意识脑

我很想知道，我之所以是的那个我包含了所有无意识的材料还是只包含着有意识的材料？我认为那个我所包含的远远不只是有意识的事件。脑的有意识的和无意识的活动是大规模地相互依赖、缠绕和整合在一起的。要不是一个人恰到好处的无意识活动以及这个活动与有意识活动的紧密协作，那么一个人就不会是他实际上的那个样子。要不是无意识的活动，人们不会有一个有意识的生活。例如，要是没有无意识的活动，人们不可能记住任何自己过往的经历。你不可能听出《冰冷的心》（Cold，Cold，Heart）[1]，也认不出伊丽莎白女王。你无法区分马和大象，因为做出这样的区分依赖于一个人学到的它们之间的差异以及无意识地提取这个差异。没有无意识的活动，你无法区分我和非我。

人们有意识的脑需要它们无意识的脑，反之亦然。人们的有意识生活的各种特征依赖于他们脑的无意识活动。当然，有意识的事件也会反过来影响无意识活动。例如，如果你有意识地试图记起你祖母房间的布局，这会触发记忆提取的无意识运作。突然之间，你就有了一幅起居室的壁炉和旁边饭厅的鲜活的视觉形象。

有时候我的朋友考琳会听有声书来排遣开车的无聊，当车转过最后一个弯开到她家的那条路上，她吃惊地意识到她完全记不住前30分钟发生的事。她一定换了车道，一定在红灯前踩了刹车，一定走了正确的出口，但是这些事都是怎样完成的呢？到了她家门前，她清楚地记得《冷战谍魂》（The Spy Who Came In from the Cold）[2]中的情节，但对回来路上的事情却丝毫记不得。她是在无意识地开车吗？或许不是。最有可能的是她在开车的任务与有声书的情节之间快速地切换她的有意识的注意，但后来，她记住了最为显著的东西——故事的情节。所以她可能

并不是一直都在无意识地开车，但有些时段她的确是在无意识开车的。

当你惬意放松，或者在星期六的早晨与家人随意的寒暄，或者在夏日的傍晚坐在篝火边的时候，你也许觉得那个你是真正的你。你无须警惕或小心什么。你可以做回你自己。也许，令人吃惊的是，当你在说话、欢笑、做手势等这些时候，你的自然地流露也极大地依赖于你的无意识的脑。所以真正的你，那个在星期六早晨待在家中的你，是深深地与你的无意识的活动整合在一起的。你是一个高度整合的整体（package）——虽说不是一个高度和谐的整体，但却是一个有意识和无意识的状态共同为行为出力的整体。

有些事情会让人们觉得很滑稽，当这种感受越发的强烈，人们自然就会笑出声来。不同的人会对不同的事情感到滑稽，在某种程度上，我们还没有从神经生物学上去理解人们所感到滑稽的东西是他们自己的一个反映——他们的年龄、过往的经历、人格以及各种各样的偶然性。约翰·克里斯（John Cleese）在情境喜剧《弗尔蒂旅馆》（Fawlty Towers）[3]中对他那辆抛了锚的车子忍无可忍的时候，他从附近的树上扯了一根枝条抽打他的车子，看到这一幕的观众爆发出了笑声。（如果你也发出了笑声的话）问问你自己：你是有意识地决定这一幕很好笑吗？几乎可以肯定不是的。在你能够讲出是什么让这一幕很好笑之前你就已经笑出来了。如果你有意识地决定要去笑，这样的笑就是做作的（forced），它不会像自发的笑那样令人愉悦。是人们无意识的脑让他们露出毫不掩饰的笑容，顺带说一下，无意识的脑对在特定的情境中露出笑容是否粗鲁、不合适，抑或危险这一点非常敏感。

[1] 《冰冷的心》是非洲裔美国女歌手Dinah Washington的歌曲。——译者注

[2] 《冷战谍魂》是英国小说家约翰·勒·卡雷（John Le Carre）1963年

出版的一部谍战小说。——译者注

[3] 《弗尔蒂旅馆》是由BBC在1975年和1979年播出的电视情境喜剧。该剧剧本由约翰·克里斯和他当时的妻子共同创作。克里斯在该剧中饰演巴塞尔·弗尔蒂（BasilFawlty）。——译者注

回到我与非我相对立的划分

你站在渡船上看着码头上的桥塔，渡船开始极其缓慢的移动，也许会有那么短暂的几秒钟你觉得是码头在移动而你却是静止的。虽说这个幻觉迅速就会被纠正，但这个经验提出了一个困难的有关脑的问题：是什么机制让脑识别出哪一个运动是自我引起的，而哪一个不是？正像我们在第2章看到的，解决“什么在运动”这个问题要求大量复杂的神经活动。即使是比人类简单的生物，比如一只要停在随风摇摆的树枝上的果蝇，也需要知道是什么（是我还是其他东西）引起了什么的运动，以及如何相应地调整飞行。一只猫头鹰猎捕闪避的兔子，或者狼群合作围捕一只奔逃的北美驯鹿，这些活动甚至面临着更大的问题。

自我与非自我之对立（self versus nonself）的第一个要点是，解决“什么在运动”这个问题是一个在动物的神经系统的演化中非常基本的问题。第二个要点是，如果脑能够解决“什么在运动”这个问题，那么脑就能够在我和非我之间做出一个基本的区分。其他更为精致的发展都可以由此展开。

使得“什么在运动”这个问题得以解决的基本面在于在脑的一个区域中计划运动的信号（movement-planning signals）会被回送给脑的感觉和更为中央的区域，这些信号会告诉这些区域，实际上，“我正在做出运动”。因此，当你的头部在运动的时候，你的视觉系统就知道取消视觉运动——并没有什么在那里运动。要是没有这样的信号，被探测到的运动就会被认为是非我的运动——是那里的什么东西在运动。所以当渡船从它的滑道中轻缓地滑出，这个运动并不是你启动的，你的脑会错误地以为并不是你而是码头在移动。

正像我们在第二章中讨论的那样，被回送的计划运动的信号通常被称为输出复制（efference copy）——是对关于我的运动（my-movement）的信号的复制。信号的这种分离（我的运动与其他物的运动相对）其优势当然就是它使得动物可以更好地预期环境中的事件，这样就可以更加有利于自我保存。这个系统的逻辑虽然说起来简单明了，但要搞清楚携带输出复制信号的神经元却一点都不简单，在这个方面还有许多悬而未决的问题。[1]在此我们主要关心的是，运动来源的这种分离并不是在有意识的干预下做出的。你只是知道事情是如此这般的。

构成能动感（the sense of agency）——我是做了那件事情的人——的另一个要素涉及运动的结果是否是可预测的。如果结果完全不可预测，那么我就容易认为事情并不是由我引起的。[2]造成结果无法预测的一个重要原因是事件的发生的时间是不正常的，也就是说，相对于从过去经验的预估来说，结果出现得要么太晚，要么太早。如果你击打母球（cue ball），在延迟了一段时间之后红球才落入袋中，你就会怀疑你做过什么事情使得红球出现这样的状况。

你不能给自己挠痒痒。为什么不能呢？答案是你的脑会产生一个输出复制，这个复制会回送到感觉系统，这个系统会确认是你做出了挠痒痒的动作。对此我们是怎么知道的呢？

以下就是这样一些证据。假设你控制一台设备，当你移动这台设备上的手柄时一根羽毛就会胳肢你的脚，你的脑知道是你在这样做。但是如果引入一个延迟的机制，也就是在移动手柄之后过几秒才有羽毛的动作，那么你就能够挠自己的痒痒（但如果你是一个很容易感到痒痒的人，那又另当别论了）。基本上来说，要是有了这样的延迟，你就会愚弄你的脑让它以为羽毛的运动不是你自己的做出的。这种情形意味着脑对关于“我的运动”的信号的计时是非常敏感的。

当你大声地说出“我需要买牛奶”时，紧接着就会有一个信号离开负责计划运动的脑区，并回送到负责感觉的脑区以表明声音的来源。当你只是想“我要买牛奶”时，这是一句内隐言语（covert speech）（内部言语）。有关运动计划的信号会再一次告知负责感觉运动的脑区这句内隐言语是从哪里来的——是我自己说出的，但有时候由于一些尚不明了的原因，这里的告知机制会变得不灵光。所以有时候当一个人想“我需要买牛奶”时，因为没有了携带输出复制的信号或者这个输出信号的时间出了问题，这个人就不会意识到实际上是他自己在这样想。也许他最后会以为是联邦调查局（FBI）在他的脑中放了一台收音机向他的脑发送声音。精神分裂症的一个并不罕见的特征就是听觉幻觉，对此做出解释的一个主导性假设就是输出复制的机制——确认你是你自己思想的来源——不再发挥作用了。也许并不是这一机制不发挥作用，而是这一机制运作的时间不够精确，而这一机制的运作需要非常精确的时间。

确定了在输出复制的神经生物学方面以及它与自我感之间的关系方面我们所知道的东西以后，神经科学家A.D.（巴德）克雷格考察了一个与意识的机制有关的假设。克雷格提出，就像是脑运用输出复制区分外部的运动（movement-out-there）与我的运动一样，在脑功能上存在一个更高级或者更抽象的层次，经过一个与输出复制类似的回送，这个层次在两种心智状态之间做出了区分，一种心智状态表征了我身体中的变化（身体–我，bodily-me），而另一种心智状态则表征了我脑中的变化，例如觉知到我感到愤怒（心智–我）。有关身体–我的知识涉及诸如知道我正在跑步或发声这样的事情。有关心智–我的知识使得我知道我感到的疼痛是我的疼痛，我感到的恐惧是我的恐惧。这让我可以对我所知道的东西有所把握，例如，我知道《铃儿响叮当》这首歌的歌词，或者让我对自己是一个慷慨的人还是一个吝啬的人有所把握。

通常情况下这种机制运行的非常流畅以至于当知道下面这一点的时候人们也许还会感到惊讶，那就是必须要有一个机制来确保脑的一部分知道脑的其他部分正在做什么计划。但如果这种机制停止运行我们就会清楚地知道将发生什么，精神分裂症患者的极其不幸的遭遇就是一个例子。顺便说一下，也有主张认为许多精神分裂症患者还可以挠自己痒痒的，对于将听觉幻觉归功于有关输出复制的信号在时间上的不精确这一理论来说，这个主张是支持这一理论的另一个小证据。

一个相关的现象，也就是所谓的自动书写（automatic writing），也可以由输出复制这一机制丧失功能来加以解释，而这一机制丧失功能也许要归因于脑中的多巴胺失去了平衡。一个自动书写的人在开始书写的时候相信是别人操纵着他的手在书写，因为就他自己来说他完全没有想过要写什么东西。在纸页上的书写就这样发生了而已。看起来书写这件事并没有反映书写者自己的想法和观念，书写是无目的进行的，因此它必定是鬼怪精灵或异灵（alien）作用的结果。

[1] Robert H.Wurtz,Wilsaan M.Joiner,and Rebecca A.Berman,“Neuronal Mechanisms for Visual Stability:Progress and Problems,”Philosophical Transactions of the Royal Society B 366,no.1564（February 2011）:492–503.doi:10.1098/rstb.2010.0186,PMCID:PMC3030829.

[2] P.Haggard and V.Chambon,“Sense of Agency,”Current Biology 22,no.10（2012）:R390–92.

是我做的吗

彼得·布鲁格（Peter Brugger）是一名神经心理学家，他讲述了路德维希·施陶登迈尔（Ludwig Staudenmaier）异乎寻常的故事，施陶登迈尔生于1865年，是一名职业化学家，但由于自己宗教的缘故，在朋友的建议下他开始对自动书写进行实验。[1]那个时候正当降灵术大行其道，许多人都笃信只要用手抓着一根铅笔而精灵（spirit）控制了那只手，他们就可以和死去的亲人交流，至于精灵为什么选择这种怪异的方式来交流则并没有人去深究。也许在那些尝试自动书写的人中有些人在帮助这个过程的进行，他们并非没有觉察到与他们所期望的东西相比精灵并没有发挥那么大的作用。

起初施陶登迈尔觉得这件事情还挺有意思，但后来他开始相信精灵或外星人异灵事实上的确通过他来沟通，控制了他的脑并写下了让他自己都感到吃惊的想法。在他出版于1912年的自传中，施陶登迈尔记述了早期的经历：

才过了几天，我就已经感到在我的指间灌注了一种奇怪的力量，它仿佛要牵引着我将铅笔倾斜着从左移动到右。这种印象变得越来越明显。我尽可能轻柔地抓住铅笔，将我的思想集中在这股牵引力上，服从于它。我尝试着协助并强化这种力量。在接下来的两个星期，这个过程变得越来越容易完成了。[2]

与灵界（spirit world）沟通的想法让施陶登迈尔无法自拔，驱使着他在其中投注了更多的时间。但是由于书写的速度太慢，在自动书写没有开展多长一段时间之后它就变得不在必要，这时施陶登迈尔抛弃了自动书写，而代之以自动聆听（automatic hearing）。施陶登迈尔报道说

各种各样的幽灵鬼怪和他说话，他还给他们起了专门的名称。在他头脑清醒的时候，他倾向于把这些经验归因于脑，因为作为一个训练有素的化学家，他很清楚将这些声音归因于异灵太匪夷所思了。

然而，随着时间的推移幻觉强大到就连怀疑都销声匿迹了，施陶登迈尔完全相信他真的在和鬼怪与异灵这样的东西沟通。伴随着听幻觉在他这里开始出现视幻觉和嗅幻觉，他会看到魔鬼的面孔，听到他的笑声，闻到硫黄的味道。后来他开始相信他能够凭意念移动物体，他时不时会报道杯子在空中飞，而这可能是他自己扔出去的。最终，他完全被幻觉占据了，他觉得在他的直肠里住着一个捉弄人的鬼，这个恶毒的鬼在他觉得冷的时候会强迫他用自己的左脚踢自己的右脚踝。另一个叫作圆头（Roundhead）的鬼有时会住在他的嘴里，让他扮鬼脸，说出一些他根本就不希望说出的事情。

按照施陶登迈尔这些症状的典型特征，看起来最大的可能就是他患上了精神分裂症。当然布鲁格要说的并不是施陶登迈尔早先投入自动书写这一点引起了他的幻觉，而是说他的投入本身就是这个疾病开始时的一个症状。然而，不难设想，倾心于自动书写加速了更为严重的使他丧失能力的那些幻觉的发作。对布鲁格这样的神经科学家来说，这个案例尤其具有吸引力，因为这个案例促使他去更为广泛地研究并得出这样一种认识：有关存在着引起声音和移动物体的鬼怪的主张常常都是自我–非自我机制（self-nonself mechanism）丧失功能的体现。鬼怪不是别的而正是那个人自己，只是他自己不知道罢了。于是施陶登迈尔自己的声音就被误归于邪魔或鬼怪；当苹果飞过房间的时候，他否认是自己扔了苹果，“不是我，一定是邪魔做的”。将自己的活动误归于其他东西看起来着实令人惊讶，而且很难鲜活地想象这种情况，这种惊讶和困难只是反映了我们自身无意识过程在深层顺畅运行的本性。将自己的活动误归

于其他的东西的活动极有可能涉及像多巴胺和血清素这样的神经调质。

在这种情况中，一个人无法有意识地进入诸如输出复制在时间上出了错误或他的多巴胺分配不平衡这样的生理特征。在他的意识中出现的东西让他对那不是我的声音，我没有扔过苹果深信不疑。那些已经度过其疾病充分发展阶段的精神分裂症患者已经描述了自我–非自我边界的瓦解，而且我们确实知道这种边界瓦解造成了在行为所有方面的大规模紊乱。[3]

施陶登迈尔的案例点燃了布鲁格的兴趣，在这之后他很想知道这个案例是否与器械辅助交流（facilitated communication）有某种联系，如今器械辅助交流是比自动书写更为受到追捧的一种现象。在热衷器械辅助交流的人看来，自闭症患者在语言和智力上并非真有什么障碍，他们只是不能沟通而已。如果赋予他们一些手段，他们就可以进行沟通。不难理解，那些有严重自闭症孩子的家长对找到无论什么方式和自己的孩子沟通感到绝望。而且作为家长，他们很容易受到各种阴谋论（conspiracy theories）的影响，这些阴谋论冷冰冰地描述了颇具势力的医疗业对辅助器械交流的打压。在辅助器械交流上，有一些人自称是交流者（communicator），他们宣称自己具有特殊的天赋或能力可以促进与严重残障者的沟通。他们并不说自己理解他们所具有的这种独一无二的能力，而只是说他们具有这种能力。他们成为孩子和键盘之间的一个特殊的中间环节，借此他们可以让自闭症孩子进行交流。

自闭症的孩子把手放在键盘上，交流者把手放在孩子的手上。一个字母接着一个字母的敲击，于是诸如“我爱你，妈妈”“是的，我能说话”这样的信息便显示出来。看到这些信息，孩子的父母自然是激动不已。

但我们能相信这样的器械辅助交流吗？为什么辅助者必须要将自己的手放在孩子的手上呢？现在让我们做个测试看看这样做是否有用。给孩子看一张船的图片，而给辅助者看一张三明治的图片，然后来看看用键盘能够敲击出什么答案。在此要确保辅助者并不知道孩子看到了什么。结果是什么呢？在键盘上敲出的答案对应着辅助者的图片，也就是三明治，而不是孩子的图片。再重复这个实验，结果也是相同的。[4]虽然这个实验以及相关的实验在23个不同的辅助者那里进行了数百次，但结果都是一样的：参与实验者做出的回应反映的都是辅助者所看到的东西，而不是孩子所看到的东西。交流者从未报道过向孩子出示的图片。而且这些孩子常常根本就没有去看键盘附近的地方，他们根本就不知道正在被敲击的是什么键。

实验的结果清清楚楚毫不含糊，但尽管有这些相反的数据，相信的人还是毫不动摇，数以百万计的公共资金仍旧被投入学校去雇佣辅助者。除了自闭症患者之外，辅助者还参与了另一个利害攸关的方面：他们也被用于昏迷的患者以便了解这些患者想要什么，比如想要去私人疗养院、和自己的父母待在一起等。但这样的一些诉求实际上是由辅助者，而不是病人表达出来的。对于这些患者所在的家庭来说，情况非常糟糕，他们想要相信这些辅助者，但由实验得出的数据完全不支持对辅助沟通的信念，因为并不存在这种沟通。

那么辅助者不过就是在行骗吗？事情就这么简单吗？在许多情况中，辅助者似乎真的认为是孩子在对键做出选择，他们似乎完全没有意识到自己所发挥的作用。许多辅助者热诚地相信他们认为他们能做的那些事情。尽管如此，我还是怀疑有些人是揣着明白装糊涂。据说在一次可悲的演示中，一个辅助者报道了一个自闭症孩子的所思所想：“我极其愤怒……请鼓励我们融入你们的世界中，让我们离开自己的世界。”正像

布鲁格注意到的，辅助者的真诚和他们拒绝承认他们在信息传递中所发挥的因果作用不免让人们想起在施陶登迈尔的例子中看到的自动书写。

我不知道布鲁格用运动紊乱的病理案例所做的类比是否适用于辅助交流，抑或绝大多数这样的辅助交流只不过是人们寻常的一厢情愿的想法，但不管怎样，他的假设是值得留意的。

[1] P.Brugger,“From Haunted Brain to Haunted Science:A Cognitive Neuroscience View of Paranormal and Pseudoscientific Thought,”in Hauntings and Poltergeists:Multidisciplinary Perspectives,ed.J.Houran and R.Lange（Jefferson,NC:MacFarlane,2001）,195–213.

[2] L.Staudenmaier,Die Magie als Experimentelle Naturwissenschaft[Magic as an Experimental Natural Science]（Leipzig,Germany:Akade-mische Verlagsgesellschaft,1912）,23.

[3] 下面这一点看起来也有可能：无法对行动的结果作出预测也许也是精神分裂症的一个因素，请参见M.Voss，J.Moore，M.Hauser，J.Gallinat，A.Heinz，and P.Haggard，“Altered Awareness of Action in Schizophrenia：A Specific Deficit in Prediction of Action Consequences，”Brain 133，no.10（2010）：3104–12.

[4] 对器械辅助交流的一个细致而又平衡的解释，请参见公共广播公司（PBS）的节目《前线》，可以访问http：//www.youtube.com/watch?v＝Dqhlv0UZUwY&feat ure＝related.

自我概念中的失常

在人类行为的世界中我们会发现诸多形式的自我欺骗，而那些并不在人们之间被分享的自我欺骗的形式会让我们不知所措（make us scratch out heads）。例如，科塔尔综合征（Cotard’s syndrome）是一种与运动归属无关的，完全不同类型的幻觉，这一疾病的患者也许会深信他的某些器官缺失了，或者他的四肢麻痹了，或者他实际上是个死人，虽然看起来并非如此。在有一个病例中，患者相信他的胃不在了，而他在一个月内体重下降了20多磅。

科塔尔综合征所典型具有的幻觉似乎展示了一种罕见的精神状态，在严重的抑郁症中会出现这样的精神状态，比如在躁狂抑郁症（bipolar disorder）或某些其他精神疾病的抑郁阶段。在创伤性脑损伤之后或者由于罹患神经梅毒或多发性硬化这样的疾病，也会出现这种精神状态，尽管在这些情况下很少见。科塔尔综合征的患者也可能显示出其他神经病学上的迹象，比如拒绝吃东西、拒绝运动或者拒绝说话。[1]成功的治疗策略包括抗抑郁药、电休克疗法，以及给予增强多巴胺的药物，而有些病例则是任何干预措施都无法取得好的效果。

患有晚期神经性厌食症（advanced anorexia nervosa）的患者也常常会出现同样令人困惑的幻觉。他们看着镜子中的自己会认为自己体型肥胖需要减肥。这令人困扰，因为他们在镜中看到的是被他自己扭曲的形象。下面是一个有趣的测试：让厌食症患者看一扇特制的窄门，然后问她是否能通过这扇窄门以及一个健康的受控被试（control subject）是否能通过。说到健康的受控被试，厌食症患者说受控被试能够通过，但说到她自己，她的回答则是否定的，她太胖了通不过这扇门。[2]厌食症患者会出现这样的症状，对此人们想知道他们和我们当中的这样一些

人有什么不同，这些人固执地认为自己身形苗条却有意地忽视自己日渐隆起的腹部。

一般来说，诉诸神经生物学来处理幻觉是非常困难的，因为造成幻觉的因素各式各样，五花八门，而且还有不容小觑的个体差异。尽管如此，对科塔尔综合征来说，巴德·克雷格的框架还是启发了一种推测：把两种信号——和身体状态有关的信号与评价性和情绪性信号——整合起来至关重要的神经通路出现了中断。在这样的中断之后，你虽然感觉到脚受了伤，但疼痛本身对你来说却既不是一件好事也不是一件坏事，你对疼痛毫不在乎。重视情绪效价（emotional valence）的感受与关于身体状态的报告之间分离开了，再没有什么东西是重要的，人就像是死了一样。科塔尔综合征患者的脑岛出了问题吗？有可能，但情况并不简单。从双侧脑岛损伤但却保留有自我觉知的患者的报道来看，自我觉知是多维度的，涉及一组相互连接的脑区，正像安东尼奥·达马西欧长期以来所坚持的观点，在这组脑区中可能还包括脑干。[3]

[1] P.Simpson,E.Kaul,and D.Quinn,“Cotard’s Syndrome with Catatonia:A Case Discussion and Presentation,”Psychosomatics（in press）.http://dx.doi.org/10.1016/j.psym.2012.03.004.

[2] D.Guardia,L.Conversy,R.Jardri,G.Lafargue,P.Thomas,P.V.Dodin,O.Cottencin,and M.Luya,“Imagining One’s Own and Someone Else’s Body Actions:Dissociation in Anorexia Nervosa,”PLOS ONE 7,no.8（2012）:e43241.doi:10.1371/journal.pone.0043241.

[3] This idea is also suggested by the research of A.R.Damasio,The Feeling of What Happens:Body and Emotion in the Making of Conscious-ness（New York:Mariner Books,2000）.See also Carissa

L.Philippi,Justin S.Feinstein,Sahib S.Khalsa,Antonio Damasio,Daniel Tranel,Gregory Landini,Kenneth Williford,and David Rudrauf,“Preserved Self-Awareness following Extensive Bilateral Brain Damage to the Insula,Anterior Cingulate,and Medial Prefrontal Cortices.”PLOS ONE,7（2012）e38413.doi:10.1371/journal.pone.0038413.

决定、无意识处理和自我控制

当我们清醒的时候我们随时都在做出决定。其中有许多是常规的决定，这些决定我们基本上都交给习惯去处理，这其中也连带着一些从有意识的知觉和感受而来的输入。但是有时如果知觉输入模棱两可或者出乎预料（那匹马走起路来一瘸一拐吗？链锯上的链子松动了吗？），那么在这种情况中就要集中注意力。有时我们必须要做出事关重大的决定，这时我们要花更多的时间收集信息，咨询其他人的意见等。一个单亲妈妈也许要费心思来决定是把自己患病，而且多少有些痴呆的母亲留在家里，还是把母亲送到持续监护病房（extended care unit），这样一来对大家都是最好的选择。对于一个确诊患有严重注意力不足多动症（attention-deficit-hyperactivity-disorder），而且由于实在太“调皮捣蛋”而被停学的孩子来说，做父母的必须要决定是否要给孩子使用哌醋甲酯（methylphenidate）[1]。一个被诊断患有乳腺癌的女性必须要决定选择哪一种治疗方案。要做出这里提到的每一个决定都实属不易。

在做出好的决定上并不存在什么算法——可资遵循的精准配方，有的只是非常一般的智慧。明智一些、倾尽全力、透彻思考，但不要踌躇犹豫。有时为了要等待更多的信息而无限期的推迟做出决定会造成极其糟糕的后果，而没有仔细的评估靠一时的义气草草做出决定也可能是愚蠢的。无论做出什么决定都要讲究恰当的时机，而对于何时才是恰当的时机，无意识的脑往往都会“心里有数”。

一旦相关的因素都已具备，可以预测未来的后果，而一个人也已尽其所能地做出权衡，在这种情况下决定实际上也是在不确定中做出的。有时这种不确定还相当巨大，但即使在这种情况下，做出某些决定也要比做出其他的决定更加糟糕。感受和情绪在做决定中发挥作用，但并不

太大；其他人的建议也发挥作用，但也并不太大。做决定是一个约束满足过程（constraint satisfaction process），这就是说我们赋予事物以各种价值，并服从于各种约束。这样一来，我们也许有许多短期和长期的目标和欲望，而好的决定就是满足最重要的目标和欲望的那一个。

例如，假设我的SUV已经破旧不堪无法使用了，我要淘汰了它换辆新的。我要的这辆车要有什么特征呢？全新的、可以为狗留出空间、安全、有后视摄像头、真皮座椅、四轮驱动、不要太贵、省油、可靠而又舒适。当我去到Edmunds.com挑选汽车时，我发现没有能够满足所有这些特征的车辆。对有些特征的要求不切实际，所以只能降低这些要求。我可以选择更贵的车，降低在真皮座椅上的要求，或者是在四轮驱动上的要求。但这些真的是我需要的吗？或者我可以做出另外的取舍。也许我会发现以前我觉得日本车是最可靠的，但现在美国车同样可靠，但却更便宜，诸如此类。准确地说，在我思来想去的时候，我的脑正在做些什么我并不完全清楚。也就是说我们可以根据约束满足来看待脑的活动，但从神经活动的角度来说，对约束满足究竟是什么我们仍旧是一头雾水。[2]

大略说来，我们的确知道在约束满足的进行中，脑在整合技能、知识、记忆、知觉，以及情绪，而且以某种方式就达到了一个单一的结果，而对这种方式我们并不清楚地了解。我只是得到一个买车的结论。我要么决定去打高尔夫球，要么决定去游泳，但不能同时做这两件事情。事情通过某种方式得到权衡和评估，在有新的信息出现的时候有些评估就会出现变化，而其他的则可能保持不变。如果我们留意我们往往在过去的决定中会犯某种错误，例如看重金钱而轻视时间，或者偏爱拉风的红色车胜过品质更高的白色车，我们就可能尝试在未来修正这些错误。

无意识的脑对于约束满足的过程贡献很大。没有这样的贡献却要做出准确的评估和明智的决定是不可能的。通过学习、思考和发展良好的习惯，我们会使得我们无意识的脑运行得更加流畅。无意识的脑的工作同样是发展自我控制的一部分，就好像你在电脑上贴了一张提醒便签，上面写着“绝不要在24小时之内回复伊文思的那些粗暴蛮横的邮件”。

在神经科学实验室，研究者通过猴子和老鼠来研究做决定。这些研究的一个目的是要理解神经元工作的基本原则，所谓神经元的工作也就是神经元是如何随着时间来整合来自一种感觉来源的信号（证据累积）。[3]另一个目标则是理解来自不同感觉来源的信号，例如声音和触摸，是如何被整合起来形成一个判断的。[4]一旦达成这些目标，就能够处理整合所涉及的其他方面了，诸如适当的记忆是如何被提取并被整合起来以帮助评估与动物的目标有关的感觉信号的重要性。当然从能够取得进展之处入手是最富有成效的，这也就是说要从那些还没有复杂到都无法对数据做出解释的情况入手。对做出决定所需要的整合的研究，对自我控制的研究，以及对奖赏系统的研究这三个方面将会日益地交织在一起，这将使得我们在人是如何做出决定的这个问题上理解得更加透彻。[5]

有一些经济学家在严格受控实验条件下研究人类做决定的行为，这些研究得出了一些有启发性的结论，这样的研究被称为神经经济学（neuroeconomics），它涉及结构性游戏（structured games），而被试要用真钱来参与游戏。[6]在一个被称作最后通牒（Ultimatum）的游戏中，一个人（提议者）得到了一笔钱，比如10美元，他可以提议分出一部分（0~10美元）给另一个玩家（回应者）。如果回应者接受所分得的钱数，他们就得到各自的钱数——回应者获得被分出去的钱，而被提议者截留的就归他自己。如果回应者拒绝提议者的分配，那么他们两

人就都一无所获。

人们会怎么做？首先要注意这个游戏只玩一次，游戏者彼此互不认识，也没有理由再次相遇。所以，按照经济学家的看法，如果回应者完全理性的话，那么只要不是分文不给，他就不应该拒绝。然而，许多因素影响了回应者的行为，这些因素说明为什么虽然可以获得1美元，但它并不好过分文没有。例如，许多回应者觉得如果所分到的钱还不到4美元那就是一种侮辱，他们宁可分文不要，也不要这种带着侮辱的钱。若严格以金钱来论，回应者似乎是不理性的——提议者并不是他认识或将会认识的人。而且，提议者似乎也意识到钱分的太少可能会遭到拒绝，他们典型的做法是分出去的钱不至于让他们怀疑回应者回应因为感到不公平而拒绝。

为什么要操心分到的钱太少呢？但是我们的确操心。当我想到分到的钱太少，我会有一种受到侮辱的感受，对分到少于4美元的钱我会拒绝。我也清楚作为一个提议者，我会分出去5美元，这样不至于让回应者感到不爽，而他的不爽是有风险的。我怀疑许多经济学家会将此看作纯粹的糊涂，但这既是我最初的回应，也是我经过考虑的回应。在这个例子中，我的脑也许告诉了我，也包括经济学家，一些有用的东西。

实际上我的大多数社会活动并不像实验室中这些人为的游戏，这些社会活动总是牵涉我熟悉和了解的人，而他们又认识我也认识的人，我会和这些人在未来继续打交道等。所以我坚持我打小就习得的正派与公平，我会抵制接受或分出会让人感到侮辱的钱数。重要的是神经经济学研究的一个主要成果是它探究情绪在做出好的、明智的决定中所发挥的作用，以及重新打量基于金钱收益的最大化来狭隘界定的合理性。

合理性还涉及要对我行动的影响做出评估，这些行动会影响到未来

我和亲戚朋友们的交往。要是别人知道你接受了一个令人侮辱的出价，这会削弱人们对你的尊重。这是一种社会成本，虽然它不能用金钱来衡量，但它是一种实实在在的成本。这有助于解释当分到的钱少时人们做出的一些拒绝。大体上来说，去考虑自己的名声绝不是不理性的。要是我因为抠门吝啬或胆小怕事败坏了自己的名声，也许我迟早会为此付出代价。我在这些方面的计算也许是无意识进行的，但它们在我做决定的过程中却发挥了重要的作用。

亚里士多德理解情绪在明智的决定中发挥着重要的作用，后来的许多哲学家也如此认为，这其中确然包括大卫·休谟和亚当·斯密。他们知道将合理性固化为遵守那些看似合理的法则或原则常常会招致灾难，尽管这样的做法有一种简单的逻辑上的吸引力。这是因为没有任何的单个的规则可以囊括所有突然出现的偶然情况，而有些偶然情况是如此意外，以至于它们要求机智的决断，而不是僵化地坚持一个规则。[7]

即使是为人尊奉的黄金法则（Golden Rule）——己所欲，施于人——也有不能一网打尽的意外情况。比如说，你是一个科学论者（scientologist）[8]，你挖空心思地想让我也成为一个科学论者，你这么做的理由是要是你是我的话，这正是你想要做的，但我并不想成为一个科学论者。所以，要我说，不要再想方设法把我变成一个科学论者了。进一步来说，有些真正可怕的事情就是因为相信按照这个法则做事是正确的才发生的。20世纪早期，善意的加拿大当局将印第安儿童从他们生活在丛林（bush）中的家庭和家族迁出来，安置在诸如温尼伯和埃德蒙顿这些城市的寄宿学校中，这些孩子远离家庭，当局期待他们融入更广泛的白人社会。当局认为如果这些孩子生活在丛林的营地中，那么移居到城市的寄宿学校就是他们自己想要的东西，但实际却造成了事与愿违的灾难性后果。[9]这并不是说作为一条经验法则（rule of thumb）

或者作为一个育人的手段黄金法则是没有用的，尽管如此，这的确意味着不能将其假定为必须总是要去遵循的基本道德法则。

己所不欲，勿施于人，这样表述的黄金法则不那么具有干涉意味，但即使如此也摆脱不了问题。“己所不欲，勿施于人”依赖于这样的假设：我们所有的人几乎都拥有相同的道德视角，我们所有的人都是道德上正派的人。那些骨子里邪恶的人总是可以用这个规则来为自己的目的服务。因此，一个纳粹就可以说：“哦，是的，如果我是一个犹太人，我可不想让你们救我于毒气室之中”。他怎么能说出这样的话呢？一个始终如一的纳粹还能说出别的吗？

所有这些并不意味着我们始终应当跟着感觉走，无视各种要求我们三思而后行的建议。宣传家、煽动家、广告主时刻准备着操纵我们的热情来达到他们自己自私的目的。理性的确需要发挥作用，但不管理性指的究竟是什么，它都需要情绪来平衡以便帮助评估可能的后果。[10]

亚里士多德切中肯綮地指出尽早培育良好的习惯对于好的生活即使做不到绝无差错，也将是一个可靠的指引。有牢固习惯的辅助，即使在面临压力的情况下我们也能够做出好的决定。对于什么有关，什么无关，什么重要，什么不重要，什么有价值，什么没有价值，习惯常常都会提供无意识的指引，我们通过这样的指引与社会世界打交道。

亚里士多德是一个关注尘世的人（a man of the world），他理智地处理这些问题而并不借助于诸神或来世的生活。他提出智慧的建议，我们应当在所有的事情上都培育节制的习惯，这可以更好地避免那些生活中可以避免的悲剧。他建议我们要勇敢，但不要鲁莽，也不要懦弱；要节俭，但不要吝啬，也不要铺张；慷慨，但不要阔绰，也不要小气；坚持，但知道什么时候做出改变；为健康计，不要过分放纵或者过分执

着，总之，要明智。亚里士多德并不是一个魅力超凡的人物，就好像如今一些在电视上布道的人或脱口秀的主持人那样。他并不自诩掌握了幸福或美好生活的秘密；也并不要求专门的仪式或服装。他并不打算推销什么东西，而只是就什么会让一个人过上好的生活做出了细致的观察，对此他是深思熟虑的。在我看来，亚里士多德的建议朴实无华，但却意味深长，相反，那些说得天花乱坠的建议也许掩盖了可怕的动机或是对权力的渴求。



当我对脑中无意识的过程以及它们是如何与有意识过程无缝交织在一起有更多的了解时，我就越发开始意识到要理解意识，我们需要对那些无意识过程有更多的了解。[11]当我们欣然接受了我们就无意识过程所了解到的东西，无论是在知觉、做决定、还是在因果社会行为方面，我们都扩展了我们的自我概念，更深入地理解了我们自己。我认为当弗洛伊德（后期）认为我们通过口误或自由联想或释梦获得了对我们的无意识过程的许多了解的时候，他已经偏离了正途。我不确定使用这些途径会让我们了解到任何东西。相反，研究视觉和其他幻觉的心理学家、研究脑损伤患者的神经病学家、研究奖赏系统的神经科学家，以及研究做决定的神经经济学家让我们更多地了解了自己。他们的发现是我们不可能仅仅通过内省或释梦了解到的。[12]

说到这里，意识的情况又怎么样呢？何种脑活动形成了意识呢？我们知道什么，我们又能知道什么？下一章就来讨论这些问题。

[1] 哌醋甲酯（俗称利他林）是一种神经刺激药物，被广泛运用于注意力不足多动症和嗜睡症的治疗。——译者注

[2] See K.J.Holyoak and P.Thagard,“Analogical Mapping by Con-

straint Satisfaction,”Cognitive Science 13（1989）:295–355;P.Thagard,Coherence in Thought and Action（Cambridge,MA:MIT Press,2000）.

[3] For example,A.Resulaj,R.Kiani,D.M.Wolpert,and M.N.Shadlen,“Changes of Mind in Decision-Making,”Nature 461,no.7261（2009）:263–66.

[4] For example,A.K.Churchland and J.Ditterich,“New Advances in Understanding Decisions Among Multiple Alternatives,”Current Opinion in Neurobiology（2012）:http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22554881;D.Raposo,J.P.Sheppard,P.R.Schrater,and A.K.Churchland,“Multi-Sensory Decision-Making in Rats and Humans,”Journal of Neuroscience 32,no.11（2012）:3726–35.

[5] Read Montague,Why Choose This Book:How We Make Decisions（New York:Dutton,2006）.

[6] See P.Glimcher,Foundations of Neuroeconomic Analysis（New York:Oxford University Press,2011）.

[7] For a great book on this topic,see S.Blackburn,Ruling Passions:A Theory of Practical Reasoning（Oxford:Oxford University Press,1998）.

[8] Scientology，科学论派，是20世纪50年代掀起的一场非宗教性运动，强调自我认知是发挥全部精神潜能的途径。——译者注

[9] 在拙著Braintrust:What Neuroscience Tells Us About Morality（Princeton，NJ：Princeton University Press，2011），p.172我用了这个例子，在该书的168-173页我还讨论了与黄金法则有关的其他问题。

[10] B.J.Knowlton,R.G.Morrison,J.E.Hummel,and K.J.Holyoak,“A

Neurocomputational System for Relational Reasoning,”Trends in Cognitive Sciences 16,no.7（2012）:373–81.

[11]　我会用相互交叉（interdigitate）而不是相互交织（interweave）这个词，只是这个词听起来很是糟糕。

[12] J.Allan.Hobson,The Dream Drugstore:Chemically Altered States of Consciousness（Cambridge,MA:MIT Press,2001）.

第9章　对有意识生活的考察

意识的神经生物学可以通过不同的策略来进行，每一个策略都针对如下问题：有意识的脑状态与没有意识的脑状态之间的差别是什么？一旦开始澄清这样的差别，那么接下来的问题就是什么样的机制支撑和调控意识状态？随着在这两个问题上取得的进展，我们就可以处理下面的问题：为什么我们会以一种独一无二的方式经验到饥饿与口渴、声音与图像或者时间的流逝与空间的关系？和催产素受体的结构这样的问题不同，意识的神经生物学并不是单独一个问题，而是要考虑多种因素的问题。

在熟睡（deep sleep）的时候会失去意识，让我们就从这个众所周知的现象开始。

睡眠与意识经验的丧失

人都要睡觉，但睡多睡少不同，睡眠的安排不同，有些人黎明即起，而有些人则惯于熬夜。有些人比其他人更容易被从睡眠中唤醒，但每一个人都要睡觉。我们生命的大约三分之一是在睡眠中度过的，不过这并不是因为我们懒惰。

睡眠产生了有意识与没有意识之间的差异，这是我们最基本的经验。在熟睡状态中，我们完全没有觉知，没有有意识的经验。我们不会做出有目的的活动，比如摘苹果。我们的目的与计划暂时停止了。我们没有关于熟睡的记忆。我们的有意识自我就好像终止了，就像熄灭的火焰。

因此，长久以来睡眠都是提出有关意识基本问题的切入口：当我们处在有意识状态和无意识状态中的时候，脑有什么不同。如果我们在对熟睡状态和清醒或梦境状态的独特的神经生物学轮廓的认识方面取得进展，那么这就有助于我们回答脑是如何产生意识经验的这个问题。[1]

对所有哺乳动物和鸟类，也许是所有的脊椎动物，睡眠都是必不可少的。令人惊讶的是，即使是有些非脊椎动物也少不了睡眠。拉尔夫·格林斯潘（Ralph Greenspan）就表明果蝇是要睡觉的，而咖啡因会让果蝇保持清醒。就像人一样，果蝇也会对乙醚这样的麻醉剂做出反应，那么它们在睡眠中的行为是怎样的呢？就像有些鸟类一样，果蝇睡觉时安静地停在杆子上。这意味着当它们醒过来的时候它们是有意识的吗？如今还没有人能确定无疑地回答这个问题，但这是一个值得研究的问题。无论如何，果蝇睡觉的这个发现表明从进化上说，睡眠是异乎寻常的古老。

进一步说，睡眠是至关重要的。被剥夺了睡眠的动物只要情况允许就会补觉，这种现象被称作睡眠回弹（sleep rebound）。剥夺了睡眠的果蝇也会出现睡眠回弹。对啮齿类动物的研究表明没有受到良好照顾而是被剥夺了睡眠的老鼠很快就会表现出各种异常，包括体重减轻、体温变化，以及免疫系统的变化。随着睡眠被持续剥夺，它们在几周内就会死亡，[2]而对于人类大概也同样如此。[3]

大学生常常秉持这样的想法：要是他们比通常情况下睡得少，他们的效率会更高，而且能够完成更多的工作。他们觉得睡觉是在浪费时间，这实在是错得离谱。当你睡觉的时候，你的脑可不是无所事事。在熟睡阶段脑要做的一件事情就是巩固记忆——将白天获得的重要信息转化和组织成为长期记忆储存在皮层中，同时剔除那些不重要的东西。所以那些强迫自己减少睡眠的学生很可能就是在剥夺他们的脑去做出获得良好成绩所需要的东西——巩固记忆。[4]

尽管我们努力缩短我们的睡眠，但睡眠的总量对每一个人的脑都有一个设定值，在同一物种的不同个体之间这个设定值只有些微的变化。[5]那些传说中不睡觉的人，比如托马斯·爱迪生和温斯顿·丘吉尔，实际上是睡觉的，他们只是经常打盹小睡。闹钟和咖啡因无论如何也敌不过要睡眠的生物本性。在一阵来势汹汹地缩短睡眠时间以后，当看到在清醒期间效率下降，我们都会把睡眠拨回正轨。但睡眠这个在进化上古老的特性暗示了它的重要性还来自一些甚至更为深刻的生物学上的原因，这些原因迄今为止我们还未曾了解。也就是说，即使在人类睡眠期间记忆会得到巩固，但要说记忆巩固是果蝇在睡眠期间所完成的主要功能却是令人怀疑的。无论睡眠是以何种方式有利于果蝇，它可能都是以完全相同的方式有利于我们的。[6]

[1] G.Tononi,Phi:A Voyage from the Brain to the Soul（New

York:Pan-theon,2012）.

[2] A.Rechtschaffen and B.M.Bergmann,“Sleep Deprivation in the Rat by the Disk-over-Water Method,”Behavioral Brain Research 69（1995）:55–63.

[3] 对此请参见睡眠神经科学家Matt Walker的讨论，请访问：http：//www.youtube.com/watch?v＝tADK3fvD2nw.

[4] .对睡眠之于记忆的重要性的一个述评。请参见S.Diekelman and J.Born，“The Memory Function of Sleep，”Nature Reviews Neuroscience 11（2010）：114-26.

[5] C.Cirelli,“The Genetic and Molecular Regulation of Sleep:From Fruit Flies to Humans,”Nature Reviews Neuroscience 10（2009）:549–60.

[6] C.Cirelli,“How Sleep Deprivation Affects Gene Expression in the Brain:A Review of Recent Findings,”Journal of Applied Physiology 92,no.1（2002）:394–400;D.Bushey,K.A.Hughes,G.Tononi,and C.Cirelli,“Sleep,Aging,and Lifespan in Drosophila,”BioMedCentral Neuroscience 11（2010）:56.doi:10.1186/1471-2202-11-56.

睡吧，宝贝，安静伴你一夜

“睡吧，宝贝，安静伴你一夜”，这句话来自一首动听的威尔士摇篮曲。它唱出了对安静睡眠的渴望，是啊，一夜安静的睡眠是福气，而辗转反侧无法成眠令人苦恼。有各种各样的睡眠障碍，当神经科学家试图搞清楚熟睡和做梦的底层神经基础以及这些状态彼此之间的不同以及它们与清醒状态之间的不同的时候，其中有一些睡眠障碍就显得尤其重要。[1]让我们先来看一下梦游症。

司考蒂在睡着的时候走路，但这可不是什么特技表演。梦游症是一种危险的，非常棘手的生物脑障碍。司考蒂开朗、热心、讨人喜欢，又很有教养，他在大学里有很多朋友，表现出众。如今他二十出头，每月都会出现几次梦游的症状。虽然情况仍旧令人担忧，但比起他小时候每晚发病这至少已经是改善了。在三岁的时候，他就开始在睡下大约1.5小时之后发出尖叫声，提心吊胆的父母会冲到他的床前。要是他卧室的门没有锁上，他也许就会走下楼梯，走出前门，径直走去谷仓，而他对自己的行动和意图几乎没有觉察。或者他也许会突然去袭击电冰箱或者蜷缩着躺在屋后的门廊上。他为什么会这样做呢？他自己也不知道为什么或者自己是怎样做到的。

8岁那年的一天，司考蒂醒过来的时候发现自己坐在农场后面小溪的桥上，他是被冻醒的，之后他步履艰难地走回家，惊慌失措，而所有这一切是在他晚上睡觉的时候将自己的脚小心地绑在绳子的一端，而另一端绑在床柱子上以后发生的。这样做并没有起作用，到了早上，就发现绳子已经解开了，扔在床边的地上。

有一次他走出房子，打开了猪圈的门，早上的时候有五只猪跑得不

知了踪影，那一天余下的大部分时间都是在抓捕这几只不喜欢被圈养，在花园里大快朵颐的猪。他想了各种办法来阻止在睡眠中做出这些行为，他发明了一个喷雾瓶，在他抓住门把手要去推门的时候，这个喷雾瓶就会向他喷射。有时候这种方法发挥了作用，会把他惊醒，而有时这个喷雾器会被卸下来。

司考蒂从来记不住在他梦游期间发生的事，到了早晨，他才发现比如说他放走了猪，但对夜间他做的这些令人啼笑皆非的事他则是一无所知。对此他既伤心，又觉得抬不起头，要说司考蒂对睡觉有什么渴望的话，那就是他能摆脱梦游症的纠缠。

司考蒂在梦游的时候是怎样一种状态呢？在此期间他觉知到了什么吗？由于司考蒂对这段时间毫无记忆，所以他自己也对这些问题很好奇。有一点毋庸置疑，在他梦游的时候，他的脑对他周边的环境是足够敏感的，这样他才可以分辨道路、除去绑着自己的绳索，然后开开门，甚至是打开锁上的门。他的眼睛睁着，但是似乎没有正常地获取周围环境的视觉影像。他看见门，但却看不见站在门边的父母。他似乎觉察到自己的愤怒，或者至少会做出激烈的反应，有时他会厉声尖叫“搞明白，搞明白！”我们至少可以说在这样的时候他的意识状态是不正常的。司考蒂并不对问题或命令，比如“搞明白什么？”做出回应，然而一旦他睡意正浓、极不耐烦的兄弟打他的手，喊道“我明白了”，司考蒂会立刻放松下来，又沉沉地睡去。在梦游的时候，他注意不到自己的某些行为有些失当，比如穿着内衣或赤着脚在农场游逛。在正常的清醒状态下他会痛苦地意识到自己的行为是多么古怪。在睡眠状态中自然要缺少这种自我觉知，而这种缺乏不是清醒时应有的状态。[2]

睡眠科学家相信在梦游状态（异睡症）中，有某种形式的清醒状态介入到了熟睡中。在绝大多数人那里，两种脑状态——熟睡状态与清醒

状态——是泾渭分明的。在无梦的睡眠中你的意识似乎是关闭的。也许除了在床上的翻身之外，你不做有目的的运动。尽管你能被强烈的刺激，比如巨大的噪声，惊醒，但在无梦的睡眠中你什么都觉知不到。当处在清醒和警觉的状态中，你会觉知到发生在你周围的事情、你的动机、意图，以及思想。通过置于头皮上的电极所提取的脑电图（EEG）我们可以看出熟睡和清醒状态之间的差异。在熟睡中，脑电图的波纹低长而缓慢，而在清醒状态中，它们则是尖锐而迅速。研究者们根据头皮之下神经元的活动来理解这些差异究竟意味着什么，在现阶段，这项工作只取得了部分进展。理解的基本点是脑电波的波形反映了数以百万计的神经元活动的聚积。

司考蒂是在梦境中做出行为的吗？研究表明并非如此。支持这一判断的证据来自以下几项观察。第一，一顶装置有能够记录大规模脑事件电极的帽子表明司考蒂的梦游不是发生在做梦期间（见图9-1）。我们怎么知道这一点呢？

在20世纪中叶，睡眠科学家注意到了一个有趣的关联：在睡眠的某个时间段，人的眼睛会迅速地来回移动。如果在着这个阶段睡觉的人被唤醒，他很有可能报道说他正在做一个鲜活的梦。进一步的研究表明在熟睡中并不会出现快速眼动（REM），科学家因此将熟睡称为无快速眼动睡眠。有一段时间睡眠科学家怀疑快速眼动睡眠是你可能正在做梦的行为标记。如果是这样，事情就变得很简便，但更深入的研究揭示出在无快速眼动睡眠期间被唤醒的被试也经常有可能报道某种心理状态，尽管并不是典型的有鲜活视觉的心理状态，就像在眼动睡眠期间那样。例如，在无快速眼动睡眠期间被唤醒的被试也许会说他们正在想着考试的事。或者，他们也许会说他们什么都没有觉知到。（见图9-2，睡眠诸阶段和它们之间的过渡）




图9-1　左图显示的是一个睡着的孩子，在她的脸和头皮上戴有记录脑电图的电极，她睡眠的各阶段都被记录下来。右图显示一顶记录脑电图的帽子，电极已经被固定在相应的位置，比起将电极直接粘在头皮上来说，这顶帽子要更方便一点

Left photo courtesy of Rebecca Spencer,University of Massachusetts Amherst.Right photo courtesy of Neal Dach,Harvard University.

司考蒂梦游期间的脑电记录显示他在此期间并没有做梦。顺便说一下，比起熟睡阶段的脑波，快速眼动睡眠阶段的脑波与在清醒状态下所记录的脑波更加相似。尽管如此，做梦也并不只是和清醒状态相似那么简单，因为你梦境的内容可能稀奇古怪，而你对这个稀奇古怪却并不知晓。绵羊在飞，熊在说话，去世很久的曾祖父在爬树，而你却并不吃惊。人们已经了解到清醒与做梦在脑活动上的一个差异，即做梦时前额叶皮层（PFC）的兴奋度要比清醒时的这个兴奋度低很多。这种低活动水平与一个人皮层功能的迟钝有关，因此也就与对熊说话并不感到吃惊有关。

虽说司考蒂并不在做梦的时候梦游，但是的确有一些睡眠障碍，睡觉的人会在做梦的时候做出行为。那些患有退行性疾病，比如帕金森症

或阿尔茨海默症，的老年人有时候就会出现这种情况。但梦游典型地不会出现在做梦的时候，而是发生在无快速眼动睡眠阶段。正像我们在第3章提到的，脑干的运作机制会引起麻痹，它会阻止人们在做梦的时候做出行为。

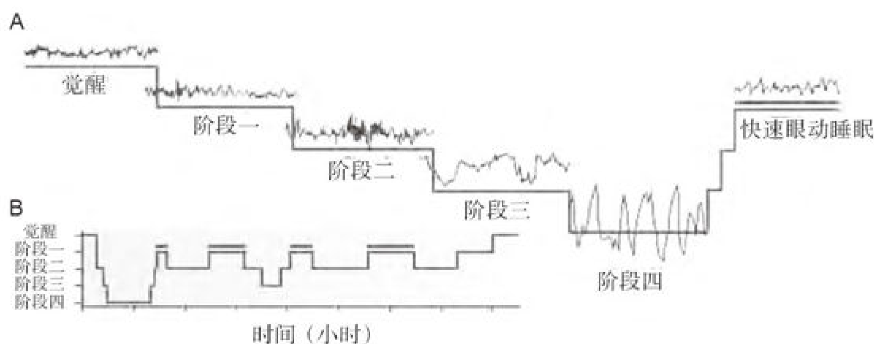


图9-2 睡眠的不同阶段。（A）用脑电图记录下来的在睡眠的四个阶段和清醒状态中活动的不同模式。阶段四也就是熟睡阶段。REM指的是快速眼动，它是有梦睡眠的典型特征。快速眼动阶段由黑色长条表示。（B）在8小时睡眠中位于不同点上每一个睡眠阶段所花费的大致时间。注意熟睡往往只出现在睡眠周期的极早阶段，而在夜晚的睡眠中，做梦（快速眼动）则很少在前夜出现，但越往后夜，做梦也不断增加。个体之间变化是很大的，而从出生到年老每一个个体也会出现很大的变化

Adapted from Edward F.Pace-Schott and J.Allan Hobson,“The Neurobiology of Sleep:Genetics,Cellular Physiology and Subcortical Networks,”Nature Reviews Ne-roscience 3（2002）:591–605.Copyright©2002,rights managed by Nature Publishing Group.With permission.

司考蒂在梦游期间的意识与他在梦境状态中的意识不同，它也与一个人完全清醒的状态不同。它既不同于做梦也不同于像你现在这样的完

全清醒的状态。考虑到这一点就提出了如下的问题：当我们处在完全的意识状态和没有处在完全的意识状态，脑都在做什么。在这两种状态下，脑所做的一定有所不同。当我们要开始去理解意识的脑基础时，这些对比对我们是有帮助的。因此我们可以问这种不同的本质是什么？做梦所处的状态是如何不同于熟睡的状态和清醒的状态。

虽然在处理这些问题上神经科学的研究仍旧处在早期阶段，但科学家们在诸多前沿领域铢积寸累的进展已经让他们做出了远比那些只会唱反调的哲学家所设想的大得多的进步。

[1] T.Andrillon,Y.Nir,R.J.Staba,F.Ferrarelli,C.Cirelli,G.Tononi,and I.Fried,“Sleep Spindles in Humans:Insights from Intracranial EEG and Unit Recordings,”Journal of Neuroscience 31,no.49（2011）:17821–34.

[2] See Matt Walker discuss this:http://www.youtube.com/watch?v＝giKIFuw5fyc.

意识的科学

我们知道什么？第一，并不存在划定了边界的脑位置，并不存在解剖上分离的模块，意识经验就发生在这种分离的模块上。没有什么单一的位置，你可以指着它说：“意识就出现在那里”。[1]而说到记忆、自我控制、行动组织，以及关于其他每一件事情，这一点同样适用。意识既不由一个脑半区，也不由另一个脑半区独自实现。第二，并非脑的所有部分对于意识经验来说都是必要的。例如，即使你左眼上部区域的皮层失去很大一块，你也仍旧会有正常的意识感觉经验。要是你同时也失去了右眼上相应的一块皮层，那么你基本上仍旧会有正常的感觉经验，尽管你的情绪反应可能会有所改变。例如，目睹街头骂架，你也许就没有那么可能感到烦乱不安，或者吃饭的时候客人拒绝吃你准备的食物，你也许没有那么可能感到一种人与人之间的尴尬。非常笼统地来说，那些做过前额叶切断术的人就是这样一种状况，前额叶切断术是一种将前额叶皮层与其他结构分离开来的外科手术，从大约1943年到1955年，它被广泛用于各种精神科疾病的治疗。

另一方面，在脑中也有独特的结构，存在着环装连接（looping links）将这些结构联系起来，这些独特的结构对于维持意识是不可缺少的。对这些结构和连接的研究可以说是卓有成效的。

一开始就要记住做出如下的区分是有益的：支持产生意识的结构，也就是对任何东西产生意识都需要的结构和对这个或那个具体事物产生意识所需要的结构，也就是所谓的意识的内容。例如，要是你陷入昏迷，典型的情况就是你不会觉知——看到或听到或闻到——任何东西。当你醒过来，你会看到狗，听到狗吠，闻到狗的气味，这些就是所谓意识的内容：对特定事物的觉知。

尼古拉斯·施弗（Nicholas Schiff）是研究意识障碍的神经病学家。他想要搞清楚当人们丧失对一切事物的意识时究竟是哪里出了问题。他的研究将他的注意力引向了中央丘脑（central thalamus）和通向中央丘脑的输入和输出路通路。[2]根据施弗的假设，要对无论什么东西产生意识要求丘脑中部的神经元带活动起来，而这种活动本身又受到脑干中的神经元的调节，脑干是在进化上非常古老的结构（见图9-3）。这个被称作中央丘脑的地方（也被称作丘脑的髓板内核，intralaminarnuclei）它的神经元有通往每一部分皮层顶层的通路，虽说这种通路是稀疏的。这样一种组织是独一无二的，它暗示意识涉及对整个皮层的上向调节（upregulation），而反向的意识的丧失则与下向调节（downregulation）有关。在这两种情况中，变化都依赖于中央丘脑中的神经元的活动。

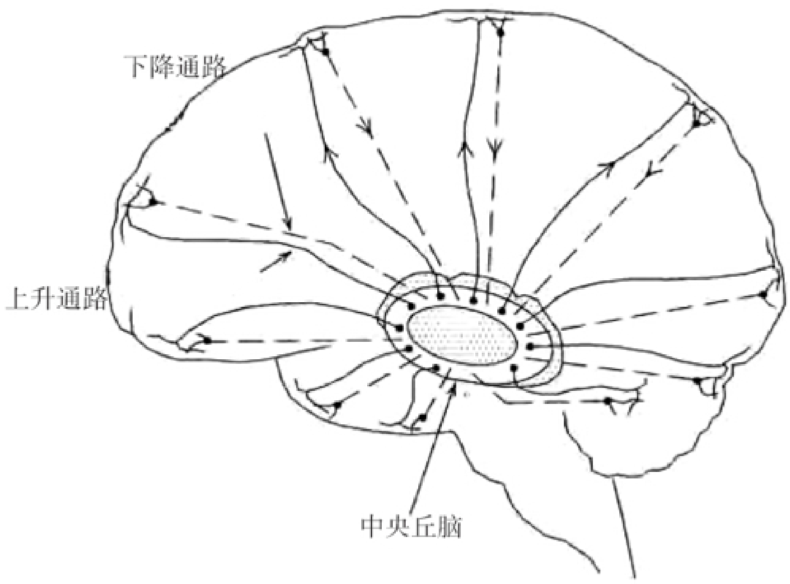


图9-3　中央丘脑的高度概括的特征（丘脑内与皮层建立联系的核所形成的环，此处用点状表示）以及向皮层上层投射的模式

Courtesy Paul Churchland.

关于中央丘脑还有另一个引人注目的事实：皮层上层的神经元也直接针对中央丘脑的神经元带投射回来，这些皮层上层的神经元也形成了一个环形。这种环状的回向投射可以将一个格外强烈但却短暂的连接维系一大段时间，例如，当人们在注意一种特殊的感官事件或感受的时候就是这种情况。

要看到为什么对于意识来说中央丘脑的投射模式似乎是一个巨大的线索，让我们来比较一下中央丘脑与丘脑的另一些区域的组织状况，这些区域负责传递来自感觉器官的信息。例如，视网膜上的神经元与丘脑的一个特定区域相连接（外侧膝状体核，LGN），但外侧膝状体核紧接着只是投射到了视觉皮层V1区，它并没有投射到每一个地方，它甚至都没有投射到视觉皮层的每一个地方（见图9-4）。与此类似，对声音敏感的耳蜗中的神经元也只是投射到听觉皮层A1区。其他的感觉系统也是如此。这种处理模式暗示了特定的信号采用一种系统到系统的发展方式（a system-by-system development），而中央丘脑的模式则暗示了一组不同的功能：清醒和警觉或者下向调节和昏昏欲睡。丘脑中结构与功能的这种分离似乎反映了这样一个主要差异：可以对任何事物有所觉知与对具体和特定的事物产生觉知。

神经元的活动类型是另一种区分，它将中央丘脑所发挥的作用与专门针对感觉的丘脑皮层系统所发挥的作用区分开来。具有独一无二的连接的中央丘脑神经元也具有独一无二的行为。在清醒和梦境状态中，中央丘脑的神经元会以异乎寻常的高频成群放电，达到每秒800~1000次（赫兹），这是在神经系统的任何其他地方都见不到的引人注目的能量加强行为，而在熟睡期间神经元并没有表现出爆发模式。[3]我们可以在清醒和梦境状态下记录到的脑电图上看到典型的聚合脑波模式——

20～40赫兹，这样的脑波模式可以联系到中央丘脑的神经元爆发。

总的来说，各种线索显示：构成中央丘脑的神经元带受脑干中的神经元活动的控制，接着这个神经元带又调节皮层神经元为意识的出现做准备。脑干＋中央丘脑＋皮层，这三个部分的协作活动是我们终究能够产生意识的支持性结构。

对中央丘脑的损害会对意识造成严重后果。如果损伤出现在中央丘脑的一侧，那么受到损伤的人往往不会意识到或注意到与受影响一侧有关的事件（受影响的一侧总是在身体的对侧，因为在脑中有一个通路的交叉——右脑控制身体的左侧，反之亦然）。如果中央丘脑的双侧都出现损害会发生什么呢？这个人会陷入昏迷。这是中央丘脑在意识中扮演着特殊角色的第一条线索。如果损伤不大，昏迷可能很快就过去了。这如何可能呢？只要中央丘脑中的其他神经元是健康的，这些神经元就可能继续生长并接管那些由死亡的神经元所履行的功能。现在让我们来看一个尼古拉斯·施弗研究的不同寻常的病人。

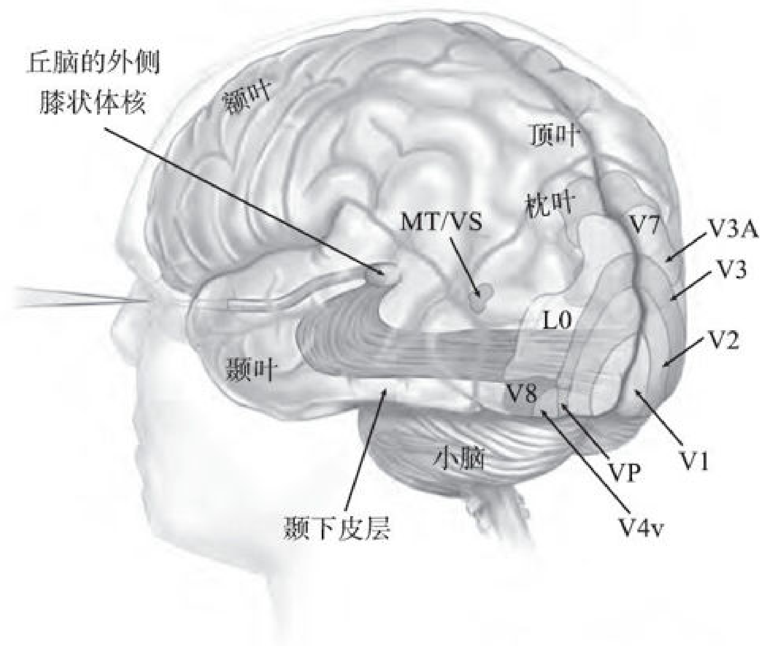


图9-4　从视网膜通向视交叉的通路，在视交叉，神经通路通向丘脑的外侧膝状体。在丘脑有许多神经纤维通往皮层的第一视觉区，V1区。在图中没有显示出听觉信号，听觉信号从耳部通往丘脑的内侧膝状体，然后通往皮层的第一听觉区，A1区。对于触觉和味觉也有类似的通路模式。

©1999 Terese Winslow,with permission.

施弗的这个病人叫唐·赫伯特，他已经昏迷九年了。他以前是一个消防员，在消防队扑救一栋建筑物的大火时，建筑物的屋顶垮塌，造成了他缺氧。尽管他短暂地恢复了意识，但之后他陷入了昏迷，这种状态一直持续了九年。他的脑扫描显示他的皮层看起来是正常的，没有可见的损伤、洞，或是萎缩。PET扫描（一种对神经元活动敏感的扫描）[4]显示他的中央丘脑的活动水平下降。曾几何时，他的家人满怀希望地让他参与家庭活动，尽管他只是坐在他的轮椅上，脑袋耷拉着，对他周围的事情没有一点反应。后来有一天，他的医生改变了他的日常药物搭配以

让他继续活着，在这个改变中加入了药物安必恩（Ambien）[5]。是的，就是那个能够导致睡眠的同一种药物。让每一个人始料未及的是几周以后赫伯特醒过来了。他搞不清楚自己身在何处，但是他可以说话，他问自己怎么了。在让赫伯特苏醒过来中安必恩发挥的作用似乎是肯定的，但是人们还不清楚其中的因果关系。

我们要如何来理解这令人诧异和突然的康复呢？根据自己对脑生理学的了解，施弗提出，由于在火灾中缺氧，中央丘脑中的神经元带不再能正常地发挥功能，神经元维系醒觉和清醒状态的活动停止了。赫伯特看起来像是陷入了永远的熟睡——无法唤醒的熟睡中。可以做这样一种设想，安必恩也许触动了休眠睡眠/清醒状态（dormant sleep/wake）的循环，结果赫伯特醒了过来。他重新获得了意识到他周围事物的能力，他可以看，可以听，可以恰当地移动他的胳膊。他认得他的家里人，虽说他的儿子已经长大了，他也记得他过去的经历。要是他的皮层受到严重损坏，那么他的康复基本上是不大可能的。但是他健康的皮层可以说在等待着被唤醒或者重回有意识模式的一个机会，一旦中央丘脑的神经元带兴奋起来，重新变得敏感，那么视觉、听觉和触觉也就重新苏醒过来。[6]

有必要注意的是绝大多数处于长期昏迷或持久性植物状态的患者与赫伯特先生是不同的。对于这些患者来说，更常见的情况是他们的皮层遭遇到大面积的严重损害，在脑扫描中这样的损害是清晰可见的。

这些结论也会让我们回过头来重新思考司考蒂和他的梦游症。也许在他梦游期间，他的中央丘脑的某个部分处于清醒模式，但是其他部分，比如中央丘脑投射到前额叶皮层的那个部分，就不处在清醒模式下。我们可以做出这样一个假设：在梦游期间感觉皮层中的活动足以引导行动，但前额叶皮层中的活动却不足以产生充分的警觉，也不足以调

动记忆。就像我们在下一节要看到的，做这样的假设并非没有道理。

我们在此要首先提及的一个进一步的研究途径，这个途径涉及癫痫。癫痫有许多种类型，但有一种癫痫为研究意识的机制提供了一个特别的机会，这种癫痫被称为意识丧失型癫痫（absence seizures）。这种癫痫在小孩身上最为常见，表现为持续大约10秒钟活动的暂时中断。在这期间，小孩的心智就好像是跑去了其他的地方，没有了神智，因此才有了意识丧失型癫痫这个名称。当癫痫发作，小孩除了出现轻微的抽搐或手指的弹动，就再没有其他症状了。说到这个突然的中断，当小孩从癫痫中恢复正常的活动，他对发生过的癫痫没有任何记忆，其表现的就好像什么都没有发生过。不同的个体癫痫的严重程度也不一样。在意识丧失型癫痫发作期间，如果对发作者的脑进行成像，始终都会看到在前额叶的某些部位——尤其是前额叶的某些区域以及它们与皮层下结构的连接——的脑活动减少，而在其他部位脑活动则增加。[7]

[1] C.L.Philippi,J.S.Feinstein,S.S.Khalsa,A.Damasio,D.Tranel,G.Landini,K.Willifor D.Rudrauf,“Preserved Self-Awareness Following Extensive Bilateral Brain Damage to the Insula,Anterior Cingulate,and Medial Prefrontal Cortices,”PLOS ONE 7,no.8（2012）:e38413.doi:10.1371/journal.pone.0038413.

[2] N.D.Schiff,“Central Thalamic Contributions to Arousal Regula-tion and Neurological Disorders of Consciousness,”Annals of the New York Academy of Sciences 1129（2008）:105–18;S.Laureys and N.D.Schiff,“Coma and Consciousness:Paradigms（Re）framed by Neuroimaging,”Neuroimage 61,no.2（2012）:478–91.

[3] L.L.Glenn and M.Steriade,“Discharge Rate and Excitability of

Cortically Projecting Intralaminar Neurons During Wakefulness and Sleep States,”Journal.of Neuroscience 2（1982）:1387–1404.

[4] PET是Positron Emission Computed Tomography（正电子发射计算机断层成像）的首字母缩写，是一种核医学领域先进的成像技术。——译者注

[5] 安必恩是一种治疗失眠的处方安眠药。——译者注

[6] 在一次讲座中，施弗讨论了赫伯特的这个案例，但在昏迷与植物状态之间的差异是可见的，对此请访问http：//www.youtube.com/watch?v＝YIznyWtXlK0.

[7] See the review article by H.Blumenfeld,“Consciousness and Epilepsy:Why Are Patients with Absence Seizures Absent?”Progress in Brain Research 150（2005）:271–86.

对某物的意识与对具体某物的意识：一个联系

要觉知一个婴儿在哭泣或者贝克雪山（Mount Baker）的景观，包含着脑干、中央丘脑，以及上层皮层的系统必须要展开工作，各司其职。中央丘脑的神经元必须要成群放电，它产生大约40赫兹频率的较弱脑波。除此之外，丘脑的（各自负责听觉和视觉）的特定区域必须要和皮层相应的专门区域建立联系。这是一个假设。

假设你正在顺河划着独木舟，你眺望水面，关心着水流的变化，想着转过河湾会碰到什么。眼前的景象错综复杂，你放眼观望，突然你瞥到在岸上的稠李丛中（chokecherry bush）有一只公麋鹿正盯着你。你知道现在正值交配季节，公麋鹿颇具攻击性。你小心翼翼地回避着，听者流水声的变化，这会告诉你水流的变化，你还要听着麋鹿的呼唤，也许这个呼唤是在向附近的麋鹿传递信号。所有这一切都不是自动完成的，它们都需要警觉，运用技能，并且从记忆中提取知识。

让你认出一只公麋鹿的底层过程并不会呈现在意识中，同样的，你从记忆中提取有关秋天发情期麋鹿信息的过程，以及处理警觉和注意力转移的底层过程都不会出现在意识中。所有这些都处于觉知的水平之下，它是你静默的想法，类似于暗能量（dark energy）[1]一样的想法。但是你对场景的有意识的觉知以及你将注意力集中在水流的运动和麋鹿的行为也同样是必要的，这些是你在睡梦中不可能做到的事。那么所有这一切是如何进行的呢？

在1989年左右心理学家伯纳德·巴斯（Bernard Bass）提出了一个融合心理学与神经生物学的研究意识的框架。巴斯认识到要理解我们是如何产生了对具体事件的意识，我们需要深入认识整个的脑、神经池

（neuronal pool）之间通路的本质，以及皮层下结构与皮层之间如何互动。巴斯在一开始就罗列了与意识到具体事件有关的重要的心理属性和能力，他以此勾勒了问题的轮廓。[2]

第一，巴斯强调你所意识到的感官信号是经过高度整合的，是被较低层次的（无意识）的脑网络高度处理过的。这也就是说，当你听到机长解释说飞机因为大雾将要推迟起飞，你并非是在一开始先意识到一串声音，然后意识到要搞清楚如何将这一串声音分解成词语，然后意识到要搞清楚词语的意思，然后意识到将所有这一切放在一起来理解句子的意思。你只是听见了机长说的话，而且也理解他的意思。

第二，在脑中存储的有关秋季麋鹿的行为以及有关河水水流变化的信息突然呈现在意识中，帮助一个人决定在这种新的环境中该如何行动。这意味着在感觉信号与背景知识——存储的信息之间必定存在着整合。

第三个要点是意识的能力是有限的。人们不可能同时进行两个对话，不可能同时既心算乘除法又关注着湍急河面上的危险漩涡。当我们认为我们是在处理多重任务的时候，我们可能正在两个或者可能是三个任务之间反复的变换我们的注意力，我们对每一个任务都很熟悉，并不需要多么保持警觉就能够从事这些任务。

第四，新的环境需要意识，需要有意识的注意。如果你正在扑灭仓库着起的火，你必须要保持警惕，但如果你是一个熟练的挤奶工，你可以一边挤奶，一边关心着其他的事。

第五，有意识的信息可以被其他许多脑功能使用，例如计划、决定，以及行动。当信息进入到负责说话的脑区，人们就可以谈论它们。可以说，有意识的信息是“排头兵”。也就是说，信息会在工作记忆中逗

留几分钟，这样你就会顺畅地做出前后一贯的决定。有意识事件所具有的这种广泛可用性并不是已经确立的事实，而是巴斯提出的一个假设，尽管如此，它看起来完全可信，并且还激发了其他的问题，比如对可用性的调节问题以及能够做出这种使用的脑功能的范围问题。

这五个特征单就每一个来说都没有什么了不起的，但是把它们放在一起就会产生一个不难理解而又相当强有力的指导进一步研究的框架，例如对信息是如何整合起来，又是如何在我们的经验中保持连贯这些问题的研究。巴斯很明智，他没有试图纠缠在意识的本质这种问题上，他知道本质这个概念是思考现象的一种过了时的方式，它会妨碍人们做出实际的进步。这与有些哲学家钟爱的方式形成了对比，这些哲学家试图通过他们钟爱的方式来确定意识的根本属性，例如自我指涉（self-referentiality）[3]，也就是一个人知道他知道自己正在感到痒或痛。[4]

巴斯将其框架称为全局工作空间理论（global workspace theory），用工作空间这个隐喻是要传达如下意思：来自不同来源（不同来源刻画了意识状态的特征）的信息有一个丰富的整合，并且在工作空间中可以利用信息的不同功能。工作空间吸收了这样一个观念：意识所利用的是较低层次过程的产物，而其他功能，诸如做出决定和计划，则利用出现在意识中的东西。因此，工作空间是全局的。

我们可以举例来看一下全局工作空间实际上是什么意思。假设你在苹果公司工作，今天你要参加一个会议，这个会议讨论新MacBook Air的研发进展。每一个团队的负责人都参加会议并描述他们取得的成果——微小的磁性塞、固态元件、超平机箱（superflat case）、用于以太网的更加精巧的加密狗等。在会议上，没有必要涉及每一项成就背后的工程上的细节，而只需要关注产品——工作间的最终产物。团队负责人之间的互动带动了产品的升级并为其他项目制订计划。会议开得很简

短，对下一个阶段做出了安排，而团队负责人则回到他们各自的工作区域。接下来的会议要讨论新一代iPhone，一个综合的实施过程又重新开始了。

假设你意识到无意识处理过程的高度整合的结果，那么导致这一点的无意识处理过程是怎样一种情况呢？脑在无意识过程与有意识过程之间的区别何在呢？按照一种假设，视觉信号，比如说看“狗”这个字所产生的视觉信号，一开始在视觉区得到无意识处理，只有在信号抵达更靠前的皮层区（颞叶、顶叶和前额叶，参见图9-4），视觉信号才会作为“狗”这个字被有意识的知觉。同样的，听觉信号也只是在更为靠前的脑区对信号做出反应之后才会被有意识地知觉。

这个假设有什么证据吗？斯塔尼斯拉斯·德阿纳（Stanislas Dehaene）和他的同事用旧瓶装新酒，他们设计了一个实验，这个实验把一种被称作掩蔽（masking）的老技术拿来作新的使用。掩蔽这种技术是怎么工作的呢？如果“狗”这个字在电脑屏幕上快速的闪过，紧接着是短暂的延时（大约500毫秒），然后在电脑屏幕上显示XXXXX，你将会（有意识地）首先看到“狗”，然后在看到XXXXX。但是如果在“狗”之后紧接着就是XXXXX，你就不会看到“狗”，而只能看到XXXXX。“狗”这个字被掩蔽了。（我们还不确切知道这是为什么，但确实如此）上述实验设计的想法是在掩蔽条件下和可见条件下扫描脑的活动以便在如下关键问题上取得一些进展，这个问题就是当你意识到“狗”的视觉信号和没有意识到的时候，脑有什么差别。（见图9-5）[5]

在回答这个问题以前，我应该说一下对于和知觉意识以及脑相关的问题，掩蔽并不是处理这些问题的唯一范式。还有其他一些视觉设置（setups），以及在其他感觉形态上类似的设置，可以处理这些问题。但在这里我要将讨论限制在视觉掩蔽上，我注意到无论是在范式上还是

感觉形态方面，研究的结果都趋于一致，这令人印象深刻。

那么通过掩蔽技术和脑成像所揭示出的脑对刺激的有意识处理和无意识处理之间的差别是什么呢？下面是一个简化了的回答。当“狗”的视觉信号被掩蔽（没有被有意识地知觉到），就只有信号较早到达的视觉区（脑的后部）活跃起来。比较起来，当视觉信号被有意识地看到，后部的活动就会扩展到更为前部的区域，包括顶叶、颞叶和前额叶区（见图9-6）。德阿纳和尚热（Changeux）将此称作是全局爆发（global ignition）。这种活动由后部向前部扩展的模式似乎佐证了巴斯的预见：有意识的知觉涉及脑中的全局连接，而无意识知觉则被限制在更小的区域。

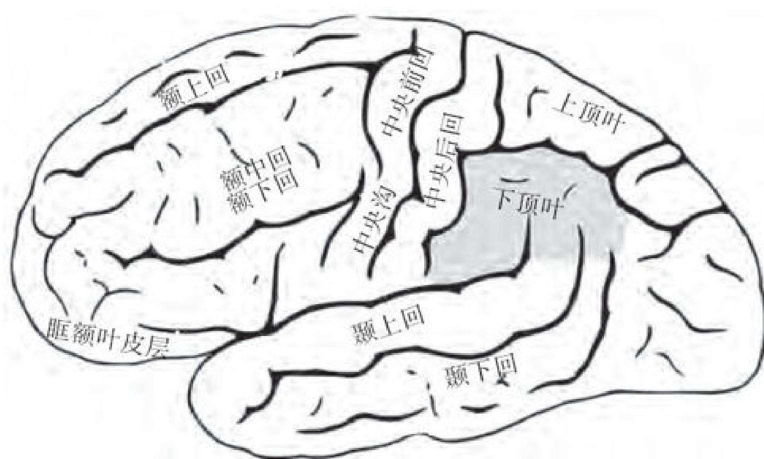


图9-5　人脑侧视图，显示了顶叶、颞叶和额叶的各个分区

Adapted from Gray’s Anatomy,public domain.Originally printed in Churchland,Patricia s.Braintrust.Princeton University Press.Reprinted by permission of Princeton university Press.

在事件准确的发生时间这个问题上脑扫描的数据并没有告诉我们精

确的时间信息。但是有一种不同的记录技术可以做到这一点。这种技术就是脑电图。脑电图可以通过置于头皮上的电极记录聚合的脑活动，使用脑电图可以获得在时间方面的有趣数据。在头皮记录中出现的一种波形是有意识知觉的强有力标志，这个波形发生在刺激出现后的大约300毫秒。值得注意的是这样的发现似乎也适用于其他感觉形态。

这个结果显示觉知一个感觉刺激所要求的由脑后部扩展到脑前部的全局爆发需要耗时大约300毫秒的时间，也就是大约1/3秒。这是不难理解的，因为信号从一个神经元通往下一个神经元是要消耗时间的，而且一个信号从视网膜到前额叶皮层要途经许多的区域。

在强化了全局爆发的连接方面，一个重要的发展是发现了所有哺乳动物的脑，也可能是所有动物的脑，似乎都有一个小世界组织（a small-world organization）。并不是每一个神经元都与其他的每一个神经元相连，如果这样的话，我们的头必定要远远大于它们现在实际的大小。正像神经科学家奥拉夫·斯伯恩斯（Olaf Sporns）和他的同事已经表明的，任何给定的神经元都只形成了一些连接而与大多数其他神经元没有连接。脑有一个“六度区隔”的组织。

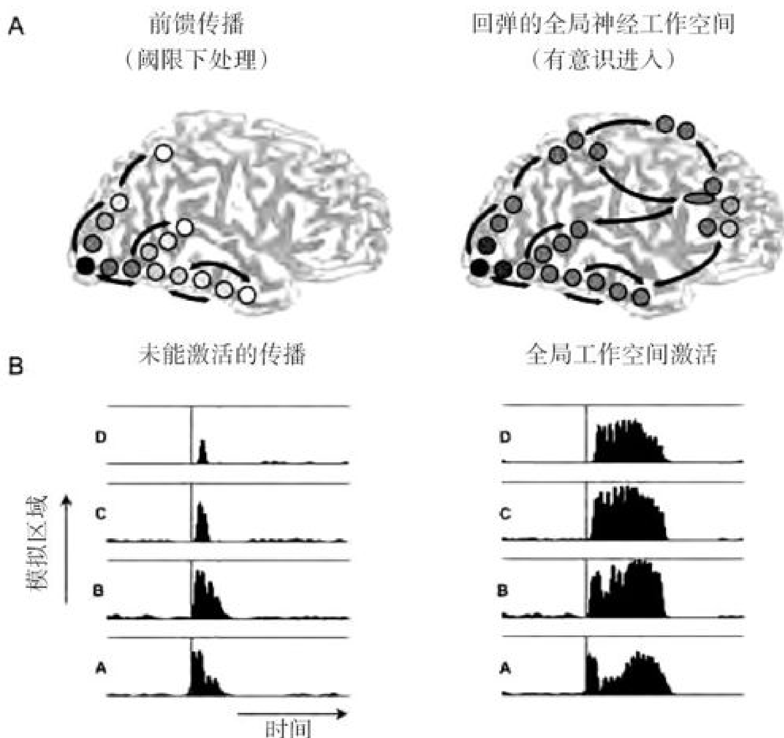


图9-6　图示导致意识产生的事件。（A）图示了阈限下处理与有意识进入之间的主要区别。在前馈传播时（feedforward propagation），感觉输入以一种前馈方式通过分层次的感觉区。多重信号会聚起来支持彼此在更高皮层区获得翻译（each other'sinterpretation）。更高层区域对较低层的感觉表征做出反馈，这种反馈倾向于汇聚成一个单一融贯的表征，这个表征与当前的目标相容。这样的系统有一个动态的阈值：如果进入的活动具有足够的分量，它就会造成一个具有自我支持、回弹、暂时、相对稳定，以及分布式为其特征的细胞集群，它表征了当前的意识内容，并将这个意识内容传播至几乎所有远隔的位置。（B）图模拟了两个单一的试验，在这些试验中，向感觉输入施加了会造成短暂刺激的完全相同的脉冲。左图中，在持续活动中出现的波动阻碍了全面的爆发，这造成一个纯粹的前馈传播，在更高层区域见不到这种传播的踪迹。右图中，相同的刺激跨过了全面爆发所要求的阈值，造成了自我放

大，一个活动的全局状态

Adapted from Stanislas Dehaene and Jean-Pierre Changeux,“Experimental and Theoretical Approaches to Conscious Processing,”Neuron 70(2011):200–227.With permission from Cell Press.

就和有些人一样，有些神经元也好交际。[6]我的朋友埃里克（Eric）是一个神经科学家，他和纽约媒体圈的人物关系非常热络，而这些人又认识华盛顿特区的新闻记者。如此一来，通过埃里克，我只需要三或四个环节就能够和安德森·库珀（Anderson Cooper）[7]建立联系。有些神经元群落就像是节点，它们会让其他连接并不广泛的神经元彼此建立联系。富人俱乐部神经元是一个针对那些连接尤其广泛的神经元所造的词语。于是一个信号也许会沿着这样的顺序传播：从有局部连接的神经元到一个支线神经元，然后再到富人俱乐部神经元，再回到一个不同的支线神经元，然后又是一个新的局部连接神经元（见图9-7）。

富人俱乐部神经元组织效率很高，这就意味着脑能够控制连接成本，而脑的大小也可以保持在一个合理的水平上（见图9-6）。连接要消耗能量，占据空间，所以带有节点的小世界组织就要比每一个神经元彼此都相连更有效率。经由富人俱乐部神经元形成的暂时的连接可以非常迅速、简洁而有效。[8]当然，需求、驱动力、目标，以及其他内部信号也在你是否意识到一个特定事物中发挥着作用，因此也就是在形成的连接是否是通过这个富人俱乐部神经元而不是那个富人俱乐部神经元这一点上发挥这作用。有些事件在一种背景中是重要的，但在另一种背景中则可能完全无足轻重。

富人俱乐部的构想有助于我们将关于中央丘脑的研究（我们如何能

够有所意识）与全局工作空间的构想（我们具体意识到了什么）联系起来吗？是的，的确有助于。对感觉信号的意识涉及将在空间上完全隔离的脑区联系起来，这些区域可以形成一种短期的紧密结合。当注意力发生转移，此前的主导联系会弱化，而接下来就轮到其他神经元池形成强有力的联系。这种联系据认为在于神经元群落在活动上的同步。所以当你的注意力从听一场关于肠微生物的讲座转移到担心你是否有足够的时间赶到银行的时候，活动就从听觉皮层转移到沿着脑中线的区域，然后当你再次注意到讲座的时候，活动又转移回来。

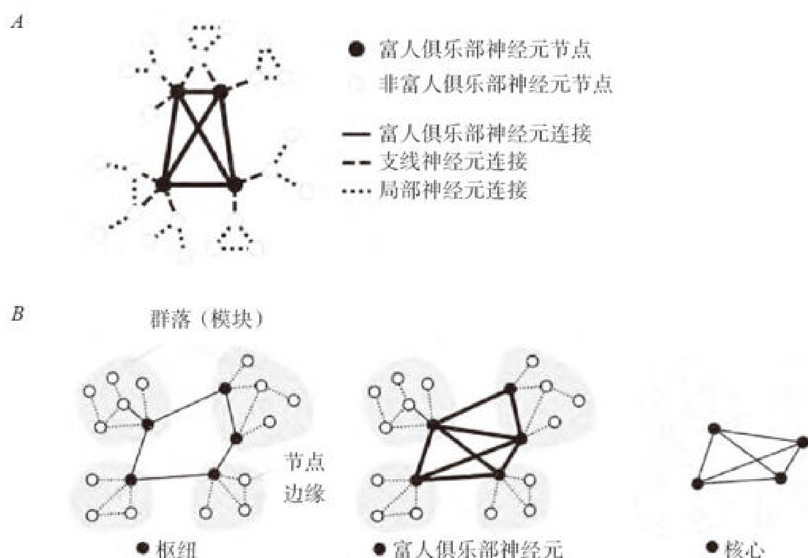


图9-7　（A）富人俱乐部神经元和非富人俱乐部神经元之间的关系。由局部互连形成的群体中的神经元可以通过与富人俱乐部神经元通道搭上关系取得其他局部群体的信息。（B）网络群落（模块）是由浓密的互联的神经元形成的群体构成的。模块网络的典型特征就是存在几个网络群落。模块内部的连接往往要比模块之间的连接短。这样一来，受制于空间的模块就有助于节约与连接和沟通有关的成本。模块之间的功能整合要求增加高成本长距离的轴突投射以连接在空间上远距离的脑

区，这就产生了连接器节点（connector hub），它可以接入数量多到不成比例的长途的模块间连接，它具有一个高参与度指数（high participationindex），并且在网络中占据着一个在拓扑上更为中心或者“潜在瓶颈”的角色

Part(A)adapted from Martijn P.van den Heuvel,RenéS.Kahn,Joaquín Goñi,and OlafSporns,“High-Cost High-Capacity Backbone for Global Brain Communication,”Proceedings ofthe National Academy of Sciences 109,no.28(2012):11372–77.With permission.Part(B)adaptedfrom Ed Bullmore and Olaf Sporns,“The Economy of Brain Network Organization,”NatureReviews Neuroscience 13(2012):336–49.With permission.

所以，当前受到支持的假设就是神经元群体的活动会瞬时同步，这会提供对事物连贯的有意识经验，比如，对一场讲座主旨的连贯的有意识经验。中央丘脑中的神经元动作电位的爆发可以促进这种同步。一个群体内部的神经元的局域连接提供了被我们认为是背景的东西，比如，你关于许多种微生物以及它们在消化中所发挥作用的知识。研究者还不清楚活动的同步是如何精确地取得这一效果的，但他们正热烈地投入在这个问题上。

对麻醉药工作原理的研究为这个假设提供了重要的支持。虽说许多麻醉药作用机制的细节尚属未知，但我们的确知道麻醉药的一般效果就是减少神经元之间的综合性联系（integrative chatter）。麻醉药改变了沟通的线路：某些节点现在停止回应，它们在打盹。麻醉药最主要的效果就是让神经元之间的沟通陷于瘫痪。第一，这意味着中断了全局爆发，而全局爆发会促进感觉信号从皮层后部向皮层更前部区域的传播，例如前额叶区。[9]第二，这意味着在富人俱乐部神经元之间的有效沟通

连接的中断。简言之，“当麻醉药阻碍了脑整合信息的能力时，它似乎会引起无意识。”[10]

因此，在意识的神经生物学中有三种属性似乎是尤其突出的：①富人俱乐部神经元以及它们建立与其他富人俱乐部神经元快速连接的能力，这种能力可以为信息的丰富整合提供一个架构；②产生意识的脑事件所要求的全局爆发；③中央丘脑，在清醒与做梦状态中，觉知具有特定的内容，中央丘脑在实现这种特定内容上发挥着作用。脑的这三种属性会构成一个平台，在这个平台上必定会有一系列全新的实验。如果幸运的话，这些进展最终将会通向一种理解，即对意识所涉及的机制的本质的细致理解。

[1] 科学家认为宇宙中存在着一种观测不到，却推动着宇宙发展的能量，这就是暗能量。——译者注

[2] B.Baars,A Cognitive Theory of Consciousness（Cambridge,MA:Cambridge University Press,1989）.

[3] 原文为“self-referentially”，应该是“self-referentiality”的误写。——译者注

[4] D.M.Rosenthal,“Varieties of Higher-Order Theory,”in Higher-Order Theories of Consciousness,ed.R.J.Gennaro（Philadelphia:John Benjamins,2004）,19–44.自我指涉也许在人的某些意识经验中是重要的，但它不大可能在海豚或乌鸦的意识经验中有这样的重要性。

[5] S.Dehaene and J-P.Changeux,“Experimental and Theoretical Approaches to Conscious Processing,”Neuron 70（2011）:200–227.是一篇全面而又很有帮助的综述文章。

[6] See also Sebastian Sung,Connectome:How the Brain’s Wiring Makes Us Who We Are（New York:Houghton Mifflin

Harcourt,2012）.

[7] 安德森·库珀，美国记者，作家以及电视名人。从2003年至今他一直是占据了美国CNN黄金时段的电视节目“Anderson Cooper 360°”的主持人。因其详尽真实并且直言不讳的报道已获得多个奖项，包括“美国最佳头条新闻奖”。——译者注

[8] T.B.Leergaard,C.C.Hilgetag,and O.Sporns,“Mapping the Connectome:Multi-Level Analysis of Brain Connectivity,”Frontiers in Neuroinformatics 6,no.14（2012）:PMC3340894.

[9] Melanie Boly,R.Moran,M.Murphy,P.Boveroux,M.A.Bruno,Q.Noirhomme,D.Ledoux,V.B

K.Friston,“Connectivity Changes Underlying Spectral EEG-Changes During Propofol-Induced Loss of Consciousness,”Journal of Neuroscience 32,no.20（2012）:7082–90.

[10] Summed up by M.T.Alkire,A.G.Hudetz,and G.Tononi,“Consciousness and Anesthesia,”Science 322,no.5903（2009）:876–80.

对其他哺乳动物和鸟类意识的评论

哺乳动物的脑结构是高度保守的。那些被假设支撑人类意识的基本组织在哺乳动物脑的进化过程中非常保守，所以它们也就在所有的哺乳动物中非常相似。就像皮层组织是高度相似的一样，脑干结构是高度相似的，丘脑组织是高度相似的，调节情绪的结构是高度相似的。简言之，支撑意识产生的主要成分在所有哺乳动物中是高度相似的。皮层的大小因物种而有差异，但是让神经科学家认为只有人类才有意识的皮层本身（cortex per se）却并没有明显的差异。由此看来，恰恰相反，意识以这种或那种形式是所有哺乳动物和鸟类脑的一个特征这一点看起来是完全靠谱的。

的确，神经元数量或一个结构，比如皮层，在尺寸上的微小差异就可以造成差异，但当我的狗达夫躺在我的箱子盖上看着我收拾箱子，看起来显得沮丧时，我们似乎愈发可能认为他为即将到来的分离感到悲伤。[1]在我们的脑和行为是相似的情况下，他对于恐惧和快乐的感受也可能与我的相似，而对于玩耍的感受也大体是相同的。

我之所以做出“这种或那种形式”这样的限定是因为我想要给很可能存在的某些差异留出空间。例如，当我的狗达夫感到饿了，它的经验也许与我的经验多少有些不同，比如，当我感到饿了，我也许想着番茄汤，而达夫可能想到的却是生肉。但是说到这一点，你和我之间也一样可能会不同，就拥有意识而言，这没有什么大不了的。虽说如此，我却可以想到下周我会有来自育空地区的访客，而达夫不大可能会产生这样复杂的想法。另一方面，它的嗅觉是我完全不能比拟的，这让我们在出去散步的时候，那些我闻不出味（smell-blind，更准确的说法是嗅觉缺失）的东西会让它兴奋异常。

哺乳动物都有睡眠的基本能力，所有哺乳动物调节睡眠的脑干机制在本质上是相同的，这样的事实强烈地暗示了在清醒的状态下我们的经验也有着基本的相似性，例如对身体位置、疼痛、饿与渴、疲劳与寒冷的觉知。[2]然而正像我们在第8章看到的，有些哲学家和心理学家笃定只有人才真正有意识，而这仅仅是因为人拥有语言能力。他们这种看法的根据何在呢？

一种观点认为意识有关于一个人所看或所感或所听，而只有拥有语言的动物才能告诉我们它们是否有所见、有所感或有所听。你能够告诉我你觉得饿了，而对我的狗，我不得不从它的行为来猜测。这种观点的一个问题在于当你告诉我你饿了，你讲话这一点也仅仅是一个行为。我并没有直接地进入你的意识。我并没有感到你的饥饿，我只是听见你说，“我饿了。”所以，就此而论，我所依赖的都是行为，不论是你的行为还是狗的行为。的确，你可以回答说：只有当我有意识，我才能告诉你我饿了。假设这种说法是正确的，接下来呢？这种说法只是表明意识对于语言是必要的，但并不能得出语言对于意识是必要的。

另一个论证是意识在本质上是内部言语（inner speech），除非你有语言，否则你不可能有内部言语。[3]这个观点的主要问题是缺少来自脑与行为的支持性证据。一个进一步的问题是意识包含着远比言语更多的东西，至少我的意识是这样的。实际上我们可以经验到许多东西，对这些东西我们根本就没有任何语言上的描画，例如肉桂和丁香在气味上的差异或者感到精力充沛和感到兴奋不已的差异，或者对于性高潮的体验。如果我们认为语言在本质上是沟通的工具，那么对意识并不要求具备语言这一点也就无需大惊小怪。[4]或许有些离题，但在此补充一点，许多动物之间存在着大量的沟通，但这些沟通都没有那些看起来像人类语言的东西。在一开始我们不妨想一想狼、海豚、乌鸦、鹦鹉，以及猿

猴这些物种的沟通。

要有意识地觉知特定的事物，比如看到一只熊在抓鱼，需要具备什么条件呢？正像我们已经看到的，在这个问题上的主导假设是从外部刺激而来的信息需要抵达脑靠前部的区域，需要有全局爆发。全局爆发总是会激活语言区吗？对脑扫描的审视并没有给出让我们对此做出肯定回答的根据。如果信号是视觉信号，比如一只熊在抓鱼，或者是听觉信号，比如一头鲸在唱歌，或者这个信号是想象的产物，比如想象看到了一根巨大的豆茎，脑扫描都没有显示出被认为对语言重要的脑区参与其中。这就提示语言并不是觉知事件的必不可少的部分。大概我无须言谈，甚至不需要说给自己，就能够觉知它们。

在此还可以追加一个新证据来反对语言对意识是必不可少的这个假设。在前额叶部位生长肿瘤的患者需要在手术以前进行检查以决定如果实施手术是否会损伤语言区。这种检查要用到导航经颅磁刺激（navigated transcranial magnetic stimulation，nTMS）[5]，这是一种安全短暂地中断神经元活动的技术。如果这种技术控制了人的说话能力（speech is arrested by such a technique），那么就可以假设受到刺激的区域对说话是关键的，那么在手术时就要小心地避开这一区域。

当使用导航经颅磁刺激控制了人的说话能力，受到这种控制的被试丧失了意识吗？没有。[6]此外，这一发现与神经外科医生乔治·奥杰曼（George Ojemann）更早进行的开拓性研究得出的大量数据相一致，奥杰曼使用了直接电刺激在手术以前来检测语言区[7]。那些表现出语言中断的患者并没有失去意识。虽然如此，人们还是可能争辩说导航经颅磁刺激的案例并没有盖棺定论。患者是左利手，仍旧有可能在脑的右半区余留有一些未被导航经颅磁刺激影响到的语言功能。使用导航经颅磁刺激的进一步实验不久就会澄清这个问题。

[1] See B.Heinrich,One Man's Owl（Princeton,NJ:Princeton University Press,1993）.

[2] J.Panksepp,"Cross-Species Affective Neuroscience Decoding of the Primal Affective Experiences of Humans and Related Animals,"PlOsOne 6,no.8（2011）:e21236;J.Panksepp and L.Biven,The Architecture of Mind:Neuroevolutionary Origins of Human Emotions（New York:W.W.Norton,2012）.

[3] 在第8章简短对Dennett的简短讨论中我们已经看到了这一点，也请参见D.C.Dennett，Consciousness Explained（New York：Basic Books，1992）.

[4] D.L.Everett,Language:The Cultural Tool（New York:Pantheon,2012）.

[5] 经颅磁刺激是一种无痛、无创的治疗方法，磁信号可以无衰减地透过颅骨而刺激到大脑神经，因此被称作经颅磁刺激。——译者注

[6] N.Sollmann,T.Picht.J.P.Mkel,B.Meyer,F.Ringel,and S.M.Krieg,"Navigated Transcranial Magnetic Stimulation for Preoperative Language Mapping in a Patient with a Left Frontoopercular Glioblastoma,"Journal of Neurosurgery（Oct 26,2012）.doi:10.3171/2012.9.JNS121053[epub ahead of print].

[7] G.A.Ojemann,"Brain Organization for Language from the Perspective of Electrical Stimulation Mapping,"Behavioral and Brain Sciences 6（1983）:90–206;G.A.Ojemann,J.Ojemann,E.Lettich,et al.,"Cortical Language Localization in Left,Dominant Hemisphere:An Electrical Stimulation Mapping Investigation in 117 Patients,"Journal of Neurosurgery 71（1989）:316–26.

工作记忆

人们告诉了你一栋建筑物的位置，当你开车走在镇子上并不熟悉的地方时，你要记住这个地址。知道自己很可能忘记这个地址，你可以在你的脑海中把这个地址重复几次。虽然你这样做了，也许过了几分钟你发现你已经忘掉了它，或者至少你无法确定你能够正确地回忆起来。有几分钟你是知道它的，接着它就从你的记忆中消失了。这种信息的暂留被称作工作记忆。

在我们有意识的时候，我们是如何能够在几分钟之内鲜活地记住某件事情，但也仅仅只是几分钟呢？较早的记录前额叶皮层（具体来说是背外侧前额叶皮层）中单个神经元活动的研究显示对一个具体事件的工作记忆（人们能够记住一到两分钟的记忆）依赖于前额叶皮层中的持久活动。在学习信息和将信息用之于行动之间的“等待”间隙，特定神经元中的活动会保留这个信息。我们不妨推测，可能的情况是，除非中央丘脑神经元为背外侧前额叶皮层“充电（juice up）”，否则前额叶皮层中的神经元不会在工作记忆中编码和保留信息，它们“下班”了。

工作记忆的这些特点可以帮助我们解释为什么司考蒂在梦游行为中完全缺乏对事件的长期记忆。这大概是因为尽管他的感觉皮层被中央丘脑激活了，但他的前额叶皮层区却没有，因此工作记忆就不发挥作用了。此外，因为要在记忆中长期储存一个事件的细节（例如，你第一次驾驶执照的考试）似乎也要求在那个事件发生的时候，要意识到那个事件，所以司考蒂根本不会有对梦游期间活动的更长期记忆。

因此，对有所意识的解释与对意识到特定对象的解释这两个方面是怎样很好地契合以及涉及需求和目标的评价性信号是如何必定发挥着作

用，在这些问题上人们可能会有乐观的想法。这种乐观鼓励人们进行具体的实验，人们希望连接两种解释的新观念会让我们有长足的进展。

注意的作用是什么？什么是注意？大概可以说注意是人们的脑所做评价性工作的一部分，它之所以必要是因为有意识觉知的能力有限。科学家描述了两种注意。一种涉及抓住你注意的刺激，例如巨大的声响、突然的烟味，或者明亮的闪光。这种类型的注意是自下而上的，很明显，它关系到生存，考虑的是必须将优先性从当下的目的转移至突然而来的危险。另一种是自上而下的（自愿的）注意，考虑的是偏好，以及短期和长期的目标。这种注意所牵涉的脑区更接近于脑的前部。

当你在从事一项要求颇高的任务时，你要把注意力放在这项任务上，比如从你孩子的脚里取出一块碎片，你既要留心用针和镊子取出碎片这个首要任务，又要留心实现目标所必需的一系列任务（首先要擦酒精来清理污物等）。除非那些分神的事真的重要，比如火警，否则你会有意忽视那些会让你分神的事，这些事会干扰你实现目标。

当一个人的注意力从谈话转移到时钟，又转移到婴儿床上的婴儿，然后又回到谈话，他的意识状态的内容会发生变化。正像已经提示过的，人们经验中的这些变化也许依赖于神经元池塘间连接的迅速变化，这些神经元池塘相隔得很远。有推测认为神经元池塘间的连接是由高度相连的节点之间的活动的协同模式构成的，它也许受到脑节律的调节。

是什么在指导自上而下的注意呢？脑怎么会知道忽视什么，又聚焦于什么？虽说人们可以恰当地说在脑中并不存在用他的脑来搞清楚你应该注意什么的一个小人（这似乎立即导致一个无法停下的倒退），但上面的问题还没有得到很好地理解。

意识可以仅仅归结为注意吗？尽管这两者之间是紧密相连的，但大

概不能做这样的归结。下面这一发现促使人们将注意与意识本身区分开来，这个发现就是，在某些任务，比如阅读中，有一种无意识的（nonconscious）注意在起作用。对此我们是如何知道的呢？当你阅读的时候，你的目光注视着一个区域（大约7到20个字符之间），然后你的目光跳到下一个区域。对于读者来说，情况似乎不是这样的，但眼睛追踪器（eye tracker）确定无疑地显示你的眼睛所做的实际上就是注视然后跳跃。阅读实际上就是一块区域又一块区域地沿着行跳动，无论你聪明的脑让这个过程看起来多么平滑。

这些研究数据表明就在眼睛做出下一个跳跃之前，人们的无意识注意会扫描下一块区域，选择一个耐人寻味的词语作为一个人注视的中心（比如“谋杀”这个词，而不是“实际上”这个词），并相应地引导眼睛的运动。这种注意是凭借一种预期的能力做出的，几乎可以肯定，在许多复杂和需要技能的运动中，比如在狩猎、做饭和养育孩子中，当注意转移到持续场景的相关成分时，这种能力都是起作用的一个因素。这里所说的至多表明我们能够在某种程度上无须觉知就可以注意，但还没有实验表明我们无须注意就能够觉知。就像心理学家迈克尔·柯亨和他的同事指出的，注意对于意识似乎是必要的，但却并不充分。[1]



与注意、意识和做决定的本质相关的诸多问题还远未获得充分的回答，但是每一年人们都能获得关于脑功能的新的细致的认识，这有助于在这些问题的研究上补苴罅漏。例如，如今人们已经充分了解到脑中的连线是多环的（loopy），多环结构意味着可以将脑中储存的信息与进入脑中的信号联系起来，让脑做出快速而复杂的解释。例如，你可以立刻识别出某个东西是汽车或是自行车，即使是在一个古怪的角度看到这个东西，这个东西被部分地遮住，或者是出现在一幅卡通画上，你都能

够立刻识别。

富人俱乐部神经元之间变换的连接或者全局爆发这样的观念太过于粗略，并没有在人们对于机制的了解上提供多少帮助，一个人也许会为此而苦恼。这样的苦恼是有道理的。人们推测瞬时连接的神经元的协同活动产生了有意识的经验，但对于这里的产生机制人们还并不清楚。尽管我们面临着这样的无知，但激动人心的地方在于神经科学家已经具备了能够指导研究的东西，虽说这个东西还不精确。我们能够取得进展。

如果人们把时间拉长来审视意识这个主题，那么当他看到与50年前的状况相比，科学已经取得的多么长足进步，以及在脑组织每一个层面上的研究对于当前的图景做出了多么大的贡献，他都会留下深刻的印象。对单个细胞做出反应的时间特征的研究、对在神经网络中形成的循环的研究、对横跨脑的大规模连接的研究，当科学家要搞清楚脑是如何产生意识的这个问题，所有这些以及更多的研究都进入了理论视野（go into the theoretical hopper）。单独一个实验的结果会成为一个线头，我们只要拉着它就能够拆掉整件毛衣吗？会出现意识领域的沃森和克里克吗？就我个人来说，我是有所怀疑的。相反，我不揣冒昧地预测将会有为数众多小而重要的结果，这些结果汇聚起来，整体推进，产生更多新的研究，这些研究迟早会结出硕果。[2]在意识研究的领域有两类有些夸张的理论，一类主张已经揭开了意识的秘密，一类主张意识的脑机制可能是永久的谜团，对于这两类理论中的任何一种，我都会提高警惕。

[1] M.A.Cohen,P.Cavanagh,M.M.Chun,and K.Nakayama,“The Attentional Requirements of Consciousness,”Trends in Cognitive Sciences 16,no.8（2012）:411–17.有关注意以及在我们有所意识的时候脑是如何表现注意的过程这个方面的一个新颖而又有着重要不同之处的看法，请参见，Michael S.A.Graziano，Consciousness and the Social

Brain (New York : Oxford University Press , 2013) .

[2] Bernard J.Baars and Nicole M.Gage,eds.,Cognition,Brain,and Consciousness:Introduction to Cognitive Neuroscience (New York:Academic Press,2007) .Michael S.A.Graziano and Sabine Kastner,“Human con-sciousness and its relationship to social neuroscience:A novel hypothesis.”Cognitive Neuroscience 2 (2011) :98–113.doi:10.1080/17588928.2011.565121.

结语

平衡

神经系统是如何运转的呢？在这个问题上神经科学已经取得了非凡的进步。新工具和新技术辅之以精巧的实验打造了这样的成就。只要翻开期刊，登录博客就能看到学术前沿正在发生的事情，这是多么奇妙，但是我们所看到的东西也是良莠不齐，要如何才能从去莠存良呢？我们要怎样才能知道是不是要相信一个时髦的经济学家，他称自己是有爱博士（Dr.Love），告诉我们每天需要八个拥抱才能快乐？[1]

毫无疑问，我们需要以用既准确又可以理解的方式来报道科学发现的媒体。这样的局面仰赖那些知识非常渊博又有写作天赋的记者，他们可以将科学发现传播给公众（put the hay down where the goats can get it）。由于做研究的科学家最能够理解研究结果的含义，因此他们有特殊的责任来帮助记者理解他们要做的报道。

然而，那些与记者沟通的科学家也会不时地屈从于并不光彩的冲动，他们希望自己的名字见诸报端，扬名立万，而科学家所在学校的公关部门也鼓励在新闻界搏出显赫的名声。科学家也许会难堪地，或者说在一些不知羞耻地的案例中，发现他们自己到处哗众取宠，以吸引记者的眼球。或者记者为了获得新闻头条，满足自己的利益，自吹自擂，编造耸人听闻的标题，博取更多的博客点击量。

在这里举一个恰当的例子：TechNewsDaily.com网站曾刊登过一篇报道，标题叫作“私家侦探能侵入你的脑吗？”下面是从这个报道的核心部分摘录的一段：

研究人员寻找一种被称之为P300反应（P300 response）的东西，它是一种非常独特的脑波模式，当人们与某事物建立联系或者认出某事物的时候，就会出现这种脑波模式。例如一个人看着母亲的照片或者看见自己的社会保险号码被写出来的时候，就会出现这种脑波。尽管这种技术还不能让其他人主动地进入和搜寻我们的脑，但它可以肯定这是朝这个方向前进的一步。但是要让这种技术产生任何有价值的信息，许多条件需要被精确地满足。

这篇报道暗示了实现侵入人们的脑这一点并不遥远了。我们被引导相信不久就会出现电子装置，当我分析你的脑波时，这个装置能告诉我你正在想什么。按照这篇报道的说法，“它可以肯定这是朝向这个方向前进的一步”。这是一个会引起恐慌的东西。这篇报道的可信度有多少呢？我应该开始带上锡箔纸做的帽子来防止我的脑被侵入吗？完全不用，这篇报道并不靠谱，让我来说说为什么。

在早前讨论意识的时候我们曾短暂提及P300波形，但是现在我想略微详细地解释一下P300波形指的是什么，脑波又是什么，以便更好地对我们正在讨论的这个主张做出评价。

假设我用均匀分布的30个电极装配一顶帽子，并把这顶紧密的帽子戴在一个人头上，然后操纵电信号通过一个追踪电信号并打印出踪迹的装置。我们会得到一幅脑电图，就像心电图一样，只是它针对的是脑而不是心脏。在临床上脑电图对于诊断癫痫非常有用，因为在癫痫抽搐的过程中会出现异乎寻常的波形，这些异乎寻常的波形对诊断癫痫起到了关键的作用。有时通过看一下典型的癫痫波形出现在脑电图上的时间就可以确定抽搐活动是何时在脑中开始的。

这些脑波代表了什么？在它们所传达的信息中首要的就是脑波显示

了数以亿万级的神经元聚合的电压变化。脑波能够与具体的思想关联起来，这样你就能够根据对脑波的记录判断出我正在想着一只猫还是一头牛吗？不但不行，而且差得很远。这就好像记录下足球观众的嘈杂声。你可以分辨出声音何时变强，何时变弱，但是你分辨不出坐在85排67座的泰德正在说什么或者他究竟是否在说话。你怎么知道泰德不是在地面上摸索着寻找自己掉下去的车钥匙呢？观众的嘈杂声就是所有观众的声音聚合起来的结果。

那么什么是P300呢？如果你使用脑电图并精确地记录你呈现刺激的时间，你就会看到相对于刺激开始的点，脑电图的指针上上下下的时间。除非你对许多个实验中的这些上上下下做一个平均，否则你不会看出任何特殊的东西。当你看着被平均和处理过的数据，你或许会注意到在刺激开始之后大约300毫秒的地方有一个正波（因此是P）[2]。对P300的早期研究显示当被试看到了出乎意料的东西时，这个波表现得非常强劲。有些研究者推测它与记忆的更新有关。重要的是，P300从未显示出是专门针对特定刺激的，比如看见一辆车这样一个意料之外的刺激。在研究意识的时候，德阿纳和尚热提出在他们的特定实验中，当一个刺激被意识到而不是在阈限之下或被掩蔽，就会出现P300波的接近结束的部分（late component），但他们并没有声称P300显示出被试看到的是一头牛的图片而不是一只猫的图片。

那么人们能用脑电图侵入我的脑吗？我的意思是说人们能够利用这项技术精确地说出我正在想什么吗？比如精确地说出我正在想着烘烤燕麦饼干吗？能精确地说出我们从起开始就追踪的那个刺激是什么，以及人们针对什么进行平均吗？不，这毫无意义。我们没有任何理由认为人们能够用脑电图读出一个人的心灵。

然而，人们也许会回答说，原则上我们能够从FBI得到一个记录

仪，然后发现球迷泰德正在说什么，如果他说过些什么的话。我们就不能针对神经元这样做吗？这个类比是站不住脚的。当泰德说“我赌小马队（Colts）[3]获胜”时，它所展现的是单独一个人的属性。假设那个特殊的记录仪会记录下这句话。但是我想着奥索尤斯湖（Osoyoos）这一点却并不是一个单个神经元的属性。当我想着奥索尤斯湖，我处在一种有意识的状态，这就意味着得要有神经元的活动支持这种意识状态，更遑论要注意到一种特定的思想所涉及的神经元活动。它还涉及动用记忆，这就意味着那些使得记忆可以被意识所利用的神经元，无论它们位于何处，都要是活跃的。还有那些负责视觉和体感意象的神经元，它们也要活跃起来。我想着奥索尤斯湖这一点是数以亿万计的神经元分布式活动所产生的效果，而这些神经元当中有许多也参与了我想着马蝇湖（Horsefly Lake）的思维活动。所以，单个的一个电极，如果你直接将其置于我的脑中而不只是将其置于头皮上来记录，那么它不会发挥什么作用。的确是这样，再说，你怎么知道要将这个电极精确地放置在哪里呢？你不知道，而且无论怎样我也不会让你这么做。

在此还有一点会令侵入脑这个想法显得虚无缥缈——为什么我们离拥有这样一种可以成功侵入人脑的装置还差得很远？即使你和我是双胞胎，我们两人都想着奥索尤斯湖，但与此相联系的并不是完全相同的活动模式或者甚至是相同的神经元。这是因为我们是通过多少有些不同的方式获得我们的知识，因为我们的脑在微观层面上的组织方式多少有些不同。我们在生物化学过程上有些许不同，而且多少有些不同的外部影响会改变脑连线的过程。你在12岁时经历过一次脑震荡，而我在14岁时经历过一次。此外，当我每次想到奥索尤斯湖的时候，不大可能在我的脑中完全相同的神经元每次都做着完全相同的事情。我的脑会随着时间变化，也许一些参与上一次活动的神经元已经死亡，也许其他神经元已经被征用到其他活动中，也许整个动态模式已经变化了。

这一节的主旨是要说我们渴望得到结果的热情需要通过提出质疑来进行平衡。我们需要追问：这些结果是怎样得到的？我们到底有什么证据？即使如此，在小心谨慎和提出质疑之后我们也需要对各种主张做出一些权威的评断。对那些耸人听闻或颇具争议的主张，我们要到哪里去寻找一种平衡性的评价？除了成为一个成熟的神经科学家我们何从知晓什么是神话，什么又是事实。

在此提出一个建议。神经科学协会（The Society for Neuroscience）创建了一个网页Brainfacts.org，这是一个配备了全职工作人员的值得信任的网站，它由卡维利基金会（Kavli Foundation）和盖茨比基金会（Gatsby Foundation）提供支持。著名神经科学家尼克·施皮策（Nick Spitzer）是这个网站的主编，他汇聚了一个令人印象深刻的编辑团队，这些编辑既有各自闻名的成就，又绝不徇私舞弊。这个网站的其中一个板块是“请教专家”，在这个版块你可以就你所听说的那些可能令人吃惊的东西提出问题，它们是胡说、过分的夸大其词、对铁的事实的稍加润色，还是忠于事实。需要记住的是，即使是在神经科学或语言学这样的领域，对一个结果到底意味着什么也常常会出现各自都基于现有知识的分歧，之所以如此是因为还有许多尚没有铁板钉钉的事情，这其中许多还牵涉到基本原则。神经科学是一门年轻的科学，所以即使是Brainfacts.org的专家也可能在回答人们的问题时通过承认还有许多我们尚不了解的东西而对他们的答案做出限制。[4]

1998年，安德鲁·威克菲尔德（Andrew Wakefield）在《柳叶刀》上撰文，称自闭症是由于麻疹–腮腺炎–风疹疫苗引起的，这篇文章欺诈不实，后来被《柳叶刀》杂志撤回了。威克菲尔德被发现在职业上有不端行为，他的行医执照被吊销了。就像许多大型研究所证明的，在自闭症和上述疫苗之间没有丝毫关系。然而许多父母过去相信威克菲尔德的

说法，而且如今仍旧有许多父母相信。为什么呢？因为这个说法对一个实际上极其复杂且令人心碎的医学状况给出了一个简单的回答。人们太想要求得一个答案，以至于这样的欲望让他们对相反的证据视而不见。各种阴谋论甚嚣尘上，它们既不关心有关威克菲尔德欺诈的事实，也不考虑那些对这种联系构成挑战的证据。更糟糕的是，许多父母选择不给自己的孩子注射疫苗，这造成了悲剧性的但却并不令人惊讶的后果：麻疹、腮腺炎和风疹爆发，它们会造成永久性的伤害，有时还会导致死亡。这可不是不会伤害任何人的小把戏。同样的说法也适用于那样一些人，他们否认人类免疫缺陷病毒（HIV）与艾滋病（AIDS）之间有因果上的联系，[5]这是一派胡言，它造成了许多伤害。

平衡。正像亚里士多德指出的，平衡关乎一切。你并不想疑虑重重，到头来什么也没有学到，而且也没有从科学的进步中得益。你不想自命不凡，竟然以为自己从科学中学不到什么。只有那些狂热的无知者才会相信，比如，被强奸的女性不会怀孕，[6]或者牛至油（oil of oregano）能够治愈百日咳（这是一种流行而危险的时尚）。与此同时，你不想自己是一个容易轻信的人，以至于认为任何科学博客之间都没有水平的差别。你也不想有选择地相信你碰巧支持的结果，尽管做到这一点会更困难。这种选择性的相信就是只选择对自己有利的东西（cherry picking），这是自我欺骗的秘诀。

即使是那些一流的期刊有时也会犯下彻头彻尾的错误。他们偶尔会发表令人惊讶的结果，但这样的结果却无法重复，它们的统计数据是被篡改又经过伪装的。[7]他们偶尔会拒绝与正统理论相悖的极为重要的文章。没有谁每次都能拿捏得恰到好处，但是还有同行评议，这是一个再好不过的方法，它会时常地发出提醒：在我们检查一个结果时，除非我们铁面无私，否则科学是不可能繁荣的。

如果我们说奉承话，做和事佬，如果我们对朋友网开一面，或者对权力卑躬屈膝，那么科学的诚信就会受到腐蚀。我们有义务直率而公正地相互批评。我们有义务得体地接受批评，认真地对待批评。我们必须既要密切注意结果也要密切注意方法。我们必须讲述真理，有时候这意味着要与受人爱戴的科学上的同事过不去，尤其是在他们大肆吹嘘人们强烈地愿意信以为真的东西的时候。最困难的莫过于不偏不倚地研究一个从感情上说我们希望其为真的结果。[8]

与脑为伴

我走进电梯，电梯厢里有一名人类学家。我的出现激怒了她，她嘟囔着说："你这个还原论者！你怎么能认为除了原子之外就什么都没有了呢？"谁，是我吗？她的话惊得我目瞪口呆。听起来好像还原论者这个词就和盖世太保、纵火犯人或者受雇的刺客这些词是一丘之貉。就像哲学家的"我痛恨脑"的牢骚，人类学家的这种情感流露激发了一些探究。

还原主义常常被等同于走一边去主义（go-away-ism）——等同于主张某些高阶现象实际上并不存在。但是少安毋躁。当我们知道了火实际上是一种迅速的氧化——这是火真实的根本性质——我们并不会得出结论说火并不存在。相反，我们是根据一个事物的微观部分或这些部分的组织来理解这个事物的宏观层面的。这是一种还原。如果我们理解了癫痫是由于神经元群突然的同步放电，而这继而又引发了皮层的其他区域相似的同步放电，这就是对现象做出了一个解释，但并没有否认现象的存在。这是一个还原。没错，对癫痫做出的基于脑的解释的确取代了更早的根据超自然来源所做出的解释，但是前一种解释的成功立足于它拥有极为巨大的证据支持。

有些人认为实际上存在的东西或许并不存在，诸如美人鱼、阴道牙齿、恶魔附身，以及动物精神。洞悉事物的本质有时会带来一些关于什么存在，什么不存在的发现。有些人类过去未曾认为其存在的东西事实上的确存在。人们发现了如此众多的灭绝物种，包括灭绝的人科物种，例如尼安德特人和直立人，毋庸置疑，发现这些灭绝物种的存在要比发现并不存在爱尔兰矮妖（leprechauns）要更令人感到惊讶。在19世纪末人们发现了放射现象，这引起了一片哗然，在这之前这是人们从未料想到的。

虽说做梦、学习、记忆和有意识的觉知是物理的脑的活动，这一点的可能性似乎在日益增长，我们也不能由此就说它们不是实在的。相反，关键在于它们的实在性依赖于神经系统的实在性。如果还原论在本质上是在进行解释，那么牢骚与抨击就没有抓住要点。[9]神经系统组织有许多层次，从分子到整个的脑，在所有层次上的研究都有助于拓宽和加深我们的理解。[10]

科学主义有时候是一个标签，用来抨击我们这些在寻找解释的时候求助于证据的人。这个标签也意味着一种侮辱，紧随这种侮辱的往往就是谴责我们这些人愚蠢地以为科学是生活中唯一重要的东西，没有什么比科学更重要。

我的老天，生活中当然有许多东西，科学当然既非一切，也非终结。今天清晨，我划着一艘爱斯基摩小艇围绕着博文岛（Bowen Island）游弋，四周一片静谧，景色宜人。一只母海豹和它的幼崽正在哈特岛的远处为早饭而捕鱼。当我后来将小艇拖回岸边的时候我家的金毛寻回犬正在等我。上个星期，也不知为什么，一只乌鸦从后门飞进来停在摇椅上，这只乌鸦的体型出奇巨大，轮廓极其俊美，看起来让人赏心悦目。我和它说了几句话，然后它就又寻路飞走了。平衡，一切都要

遵循尊敬的亚里士多德所说的平衡。

科学是常识的拓展，是成为体系的常识。爱因斯坦说得好：“在漫长的一生中我学到了一件事：比之于实在，我们全部的科学是原始而幼稚的，然而那确实我们所拥有的最为宝贵的东西。”要把这样的评价说成是贬斥为科学主义那简直就是愚不可及。

尽管翻来覆去地说，但我还是要强调针对我们的心智生活，还有许许多多神经系统的实在等着去发现。还有如此众多令人不解的谜团，为此去抱怨在我看来实在是徒劳的，相反，富有成效的做法是寻找各种途径整合我们确实知道的，发现在什么之间存在联系，而什么又没有，看看什么或许需要重新思考，而什么需要全新的处理方法。

把死亡看作万事皆休自然会驱使人们抗拒这样的认识：我们的心智生活是我们脑生活的产物。各种事实让我们相信脑的死亡意味着心的死亡，如果我们热爱生活，我们就要花点时间来习惯。还有其他的世界，灵魂死后会去到那里，想象常常都会凭借创造这样的观念将我们引入歧途。灵魂？如果记忆、技能、知识、脾气和感受所有这些都似乎依赖于脑中神经元的活动，那么这样的灵魂又能够是什么呢？好吧，不清楚具体会是什么。按照我们对世界所知道的东西，这样的灵魂又位于哪里呢？好吧，总在某个地方。没有人敢笃定它不可能是这样的。想象让人们安心但却随便地将何以如此的细节弃之不顾。

这样的安心常常都不稳固，毋宁说是在认知上付出了甚高的代价。一方面，他们搞不懂我们是如何来理解事实的，他们的做法就好像在人们银行账户的小数点左侧增加零。在我的经验中，小孩常常更喜欢听人们头脑中真正想到的东西，他们很快就能分辨出自己所听到的东西是不是为宽人心而编出来的。当我在主日学校的时候，老师们会谈论天国，

在我们这些乳臭味干的农场孩子眼中，他们真的毫不足信。我们想他们那是在杜撰，他们的说法简直就是相互脱节的。在月亮之上？月亮之上只有繁星，繁星实际上是相距遥远的星星，谁会住在那里呢？尽管如此，但人脑却可以相当有效地做出＋区隔，人们可以充分地利用这种模糊不清（谁能笃定？）来避免自己陷入沮丧和忧伤，就像他们在想到临终和死亡时所做的那样。

当我们主日学校的老师对我们说在我们的祖父母和父母过世的时候，我们依然活着，我们需要尽我们所能令他们感到骄傲，这样的说法对于排遣沮丧和忧伤要更有效果。我们需要基于他们的成就更上层楼，或者开拓那些他们会觉得荣耀而有价值的新方向，那才是我们的意义所在。我们每个人都不得不以自己的方式接受生命的存在性事实。

对我的看法，我已经略有谈及了，但那不过是我的看法而已。对我来说，渴望天国，准备着进入天国远不如在今时此地做出改变来的紧迫。比起那些花时间为他们自己灵魂祈祷以期望进入天国的僧侣来说，我更加感激乔治·华盛顿（George Washington）和托马斯·杰斐逊（Thomas Jeff）[11]。比起那些只是警告说使用避孕措施会让灵魂劫数难逃的人来说，我更感激那些发明了安全而有效的避孕措施的人。比起那些只是赞美无知的美好的人来说，我更感激那些殚精竭虑来理解阿尔茨海默症病因的人。

1984年在我们移居圣迭戈不久，我非常有幸见到了约纳斯·索尔克。在1951年的时候，我们的村庄小儿麻痹症肆虐。村子里的屠户靠用了半年铁肺（iron lung）[12]最终活了下来，他当时不知道他以后是否能摆脱铁肺。有三个或四个孩子成了跛子，他们跛足的样子各异，程度也不相同。还有一些病例病情持续了短暂的时间，并不严重。村子里的所有人都提心挑担。我的父亲在4岁的时候感染了小儿麻痹症，他逃过了一

劫，但是却落下了一条不中用的腿，只能一拐一拐的走路，在农场的劳作中，这可不是一个可以轻松克服的障碍。当我开始详细地了解约纳斯的时候，所有这些往事历历在目。约纳斯在1955年发明了小儿麻痹症的疫苗，当告诉他这个发明对我们的意义难以言喻的时候，我的心情非常的畅快。

我们可以用哲学家和数学家伯特兰罗素下面的话作为最后的陈述：

传统的被赋予了人性的神话为我们营造了一个温暖惬意的空间，一旦在这个空间中打开科学之窗一开始会令我们颤抖，但最终新鲜的空气会带来活力，展现出一个自身闪着熠熠光彩的巨大空间。[13]

说得太棒了！伯蒂[14]。

[1] 有爱博士指的是Paul Zak。请访问http：//www.ted.com/talks/paul_zak_trust_morality_and_oxytocin.html。

[2] 正波即positive wave，因此作者说“是P”。——译者注

[3] 小马队指的是印第安纳波利斯小马队，是一只职业美式足球（橄榄球）球队。——译者注

[4] 在霍华德·休斯医学院的网站上可以找到对教育者或任何只是好奇的人的来说另外的异乎寻常的资源。访问如下网站，你会发现丰富的宝藏，http：//www.hhmi.org/coolscience/resources/.

[5] 否认艾滋病是这样一些人，他们认为艾滋病与人类免疫缺陷病毒无关，而是由消遣性药物（recreational drugs），营养不良等情况造成的。对否定艾滋病的论调的讨论，请参见Nicoli Nattrass，“The Social and Symbolic Power of AIDS Denialism，”The Skeptical Inquirer 36，no.4（2012），或请访问http：//www.csicop.org/si/show/the_social_and_symbolic_power_of_aids_denialism.

[6] 就像密苏里州的众议员Todd Akin在2012年8月所提出的主张。

[7] 在这一点上，可以参见如下有启发性的文章，J.P.Simmons,L.D.Nelson,and U.Simonsohn,“False-Positive Psychology:Undis-closed Flexibility in Data Collection and Analysis Allows Presenting Anything as Significant,”Psychological Science 11（2011）:1359–66.doi:10.1177/0956797611417632.

[8] Michael Shermer,The Believing Brain:From Ghosts and Gods to Politics and Conspiracies椊ow We Construct Beliefs and Reinforce Them as Truths（New York:Times Books,2011）.

[9] 要更详细地看到这种混乱的攻击，请参见Raymond Tallis，Aping Mankind：Neuromania，Darwinitis，and the Misrepresentation of Humanity（Durham，UK：Acumen Publishing，2011）.

[10] Terry Sejnowski和我在The Computational Brain（Cambridge，MA：MIT Press，1992）一书中提出了这一点。让人费解的是有些人还是继续认为神经科学只是在分子的层面上工作，并继续批评那个他们假想的神经科学。

[11] 乔治·华盛顿和托马斯·杰斐逊分别是美国历史上的第一任和第三任总统。——译者注

[12] 铁肺是“一种协助丧失自行呼吸能力的病人进行呼吸的医疗设备。使用者大多数是因患上脊髓灰质炎和重症肌无力等病，而由此引起负责呼吸的肌肉麻痹的病人。”请参见维基百科“铁肺”词条。——译者注

[13] Bertrand Russell,“What I Believe”（1925）,in The Basic Writings of Bertrand Russell,1903?959,ed.Robert E.Egner and Lester E.Denonn（London:Routledge,1992）,370.

[14] 伯蒂（Bertie）是伯特兰·罗素的昵称。——译者注

致谢

我要特别感谢我的那些朋友，他们不辞辛苦地阅读本书的早期文稿并帮助我敲定最后的定稿。我尤其要感谢的有小说家兼电影剧本作家德博拉·萨拉（Deborah Serra），她教会我倾听我记忆中农场的各种声音。她点拨我，说话不要一副学术腔调，而要简洁明了。上尉达拉斯·博格斯（Dallas Boggs）博士，他是美国海军飞行员、诗人、冲浪好手、皮划艇爱好者，他纠正了我在皮划艇上的许多动作，让我可以更好地驾驭皮划艇，在这个过程中，我也获得了诸多洞见。我的兄弟姐妹，马里奥、威尔玛和莱尔德，告诉我那些已经被我遗忘的有关他们的故事，帮我充实了许多事情的细节。我的邻居沙朗·布恩（Sharon Boone）博士也一丝不苟地阅读了手稿，留下了一个病理学家的一系列问题和建议。我上本科时的哲学教授，不苟言笑的唐·布朗（Don Brown），非常热情地阅读了大部分的早期手稿，虽说手稿中不乏纰漏，但还是得到了他的赞扬，这让我受宠若惊。对前额叶皮层进行神经生物学研究的伟大开拓者杰奎因·福斯特（Joaquin Fuster）毫无保留地给我鼓励，督促我思考自由意志和自我控制的问题，他在自己的书中也研究过相同的问题。和往常一样，我要感谢保罗·丘奇兰德（Paul Churchland），他总是想方设法让我放松，指出令人尴尬的错误，还为我在博温岛上辟了一处惬意的居所。为了配合本书的使用，不少神经科学家友善地修改了他们的图片，包括李·克鲁比策（Leah Krubitzer）、奥拉法·斯伯恩斯（Olaf Sporns）、马提恩·范登·豪威尔（Martijn van den Heuvel）、肯·基史达（Ken Kishida）、斯坦尼斯拉斯·德阿纳（Stanislas Dehaene）、瑞贝卡·斯宾塞（Rebecca Spencer）和爱德华·佩斯–绍特（Edward Pace-Schott）。

对于我们这些住在农场又参加了学校的管弦乐队或运动队的人来说，回家是一个问题，因为在我们要离开学校的时候，已经发出了许多趟校车。这对我来说有一点麻烦，因为虽说按照校车时刻表还有一辆向南开的晚班车，但在这个人烟稀少的地区，我常常都是唯一一个要往北走的人。在八年级的时候我找到了一个解决办法，就是搭便车。搭便车对一个人的社交能力是有要求的，主要就是要能和司机保持热情的聊天。我逐渐发现这可不只是要喋喋不休地说个没完，还要能问出让司机可以做出有趣回答的问题，让他在钟爱的话题上侃侃而谈。我对这些司机往往并不大熟悉，所以要是我一开始就说很多话，我们之间的对话偶尔就可能陷入窘境。和这些司机的聊天让我对这个地区的历史、农民之间在政治上的差异、一些居民的古怪行事方式，以及在他们看来什么是滑稽可笑的事情有了许多了解。我还了解到其他一些对我有用的事，比如古老的石棉矿的矿址，到哪里可以找到麦金泰尔断崖（McIntyre Bluff）[1]上印第安人的绘画，以及到哪里可以看到穴鸮。我要感谢所有那些让我搭车的人。

在那些有关农场生活的故事里，我使用了化名，改变了可以让人们辨识人物的特征，但是每一个故事的关键情节就如它们在我的记忆中一样保持着原貌。

[1]　麦金泰尔断崖位于加拿大不列颠哥伦比亚省，是该省奥卡那根山谷（Okanagan Valley）最著名的风景点。——译者注



奥利弗·萨克斯之后最会讲故事的科学作家
神经可塑性领域不可取代的经典科普作品
讲述该领域科学家及患者有趣迷人的奇迹故事

台湾著名脑科学专家**洪兰** 翻译导读
美国著名医学作家**奥利弗·萨克斯**、果壳网CEO **姬十三** 强力推荐
《最强大脑》科学评审**魏坤琳**、安人心智科学总监 **阳志平** 倾情作序

重塑大脑 重塑人生

［美］ 诺曼·道伊奇 著
（Norman Doidge）

洪兰 / 译



打开心智 改变人生

The Brain That Changes Itself

Stories of Personal Triumph from the Frontiers of Brain Science



机械工业出版社
China Machine Press

脑与认知系列

重塑大脑，重塑人生

The Brain That Changes Itself：Stories of Personal Triumph from the Frontiers of Brain Science

（美）诺曼·道伊奇（Norman Doidge）　著

洪兰　译

ISBN：978-7-111-48975-7

本书纸版由机械工业出版社于2015年出版，电子版由华章分社（北京华章图文信息有限公司，北京奥维博世图书发行有限公司）全球范围内制作与发行。

版权所有，侵权必究

客服热线：+ 86-10-68995265

客服信箱：service@bbbvip.com

官方网址：www.bbbvip.com

新浪微博 @言商书局

腾讯微博 @bbb-vip

目录

赞誉

推荐序一 “最强大脑”的秘密

推荐序二 来自地球的神

导读 每一个经验都改变大脑的联结

前言

第1章 一个一直跌倒的女人…… 如何因为人类感官有可塑性的发现而得救

平衡感与幸福感

失去平衡感的女人

神奇的帽子

残余效应在延长

盲人看见，瘫子行路

大脑是机器吗

巴赫——利塔的野心

用大脑去看

一种功能，一个位置

对功能区域特定论的抗议

舌头是进入大脑的绝佳入口

中风老人的奇迹复原

将舌头神经连在脸部肌肉上

听觉皮质变成了视觉皮质

大脑的适应力超乎想象

第2章 为自己建构一个更好的大脑 被贴上『智障』标签的女人如何自我疗愈

聪明的学习障碍者
破碎的人
为自己设计练习
治疗学习障碍的学校
强化弱点的大脑练习
释放热爱学习的天性
用进废退的脑
改变，还来得及
第3章 重新设计大脑 科学家改变了大脑的知觉、记忆、思考和学习
学习可以改变大脑地图
大脑地图与外界相呼应
画出大脑地图
发现“关键期”
成人大脑也有可塑性
大脑地图是动态的
人工耳蜗使聋子听见
大脑内部也遵循“竞争法则”
为什么成人学习新语言这么难
让诺奖得主改变心意的实验
一起发射的神经元会连在一起
改变猴子手部的大脑地图
大脑如何组织自己
训练让神经元效率更高
有语言困难的孩子
拯救失读症孩子的大脑
时间处理能力

自闭症与语言障碍
关键期提前关闭了
大脑衍生神经胜肽的重要角色
都是噪声惹的祸
打开成年人的关键期
对抗老人的认知衰退
逆转认知功能的时钟
大脑橡皮擦
第4章 喜好和爱的学习 大脑的可塑性教导我们对性的吸引力和爱
人类性与爱的可塑性
性可塑性的关键期
童年习得的性滋味
性偏好是后天习得的
被网络色情重新塑造的脑
对色情上瘾的人
打开基因开关
A片不能带来快乐
色情如何改变托马斯的脑
重新设定的美感
全面性的快乐感
爱的化学机制
“去学习”的重要性
催产素重组大脑
爱与性最深的意义
爱与暴力的融合
重新学习做人

性受虐狂的痛苦与快乐
超级性受虐狂弗拉纳根
羞耻和疼痛如何变成快乐
不好的性偏好可以改变
第5章 午夜的复活 中风的病人学习如何行动与说话
陶伯与“限制-诱导疗法”
神经被剪断的手动了
习得的不用
解放银泉猴子
善待动物协会落败
中风45年后依然可以恢复
恢复已经缩减的大脑地图
鲁登小姐不说“can’t”
语言也有“习得的无用”
治疗脑性麻痹的孩子
大脑的重组跨越了区域
生命之光
第6章 打开锁住的脑 利用大脑可塑性停止忧虑、偏执想法、强迫性行为和坏习惯
强迫性想法
强迫行为
强迫症大脑不会自动换挡
为强迫症大脑解锁
用大脑皮质换挡
第7章 疼痛 可塑性的黑暗面
神秘的幻痛与幻肢

抓抓脸颊，幻肢就不痒了
真实与错觉的界限
幻肢被“切除”了
身体是大脑建构的幻象
疼痛也是大脑的建构
解除“习得的疼痛”
心的力量
第8章 想象力 思想如何造就想象力
人如何学习新技能
心智练习造成大脑改变
靠想象增强肌肉
用思想控制机器
铺设心智的路
将正常人变成盲人的路障实验
运算符理论
笛卡儿的错误
第9章 把纠缠我们的鬼魂变成祖先 心理分析是神经可塑性的疗法
L先生的失落梦
埃里克·坎德尔对心理分析的兴趣
海蜗牛的记忆
学习塑造基因，基因塑造大脑
坎德尔的童年创伤
弗洛伊德对神经可塑性的四个想法
情绪发展的关键期
心理分析将内隐记忆变为外显记忆
“去学习”与移情

心理分析可以导致大脑的改变
重新揭露旧的神经回路
梦是大脑在进行可塑性的改变
创伤与海马回的改变
可塑性的矛盾：改变与僵化
把心中的鬼魂变成过去
第10章 返老还童 神经干细胞的发现及如何永保大脑的功能
“没有神经元可以再生”
神经干细胞的再生
发现神经干细胞
运动产生新的干细胞，学习延长了它们的寿命
教育创造了“认知储备所”
如何减少心智退化的概率
人老脑不老
第11章 比部分的总和还多 只有半个脑也可以拥有完整人生的女人
人为什么需要两个脑半球
不对劲的孩子
当右脑承担了左脑的工作
星期五是个煎锅
格拉夫曼与神经可塑性
脑细胞死亡后的奇迹恢复
受伤士兵的大脑重组研究
四种可塑性
脑半球的专长不是先天固定的
抑制是大脑重要的工作
米歇尔的天堂

附录A 文化塑造的大脑不但大脑塑造文化，文化也塑造大脑
海上的吉卜赛人
文化活动改变大脑结构
我们的大脑还停留在更新世吗
为什么人类变成了卓越的文化传承人
改变大脑结构的非达尔文方式
可塑性与升华：如何使我们动物的本性文明化
夹在两个文化中间的大脑
感官和知觉的可塑性
神经的可塑性与社会僵化
媒体如何重新组织大脑
附录B 可塑性和理念的进步
尽善尽美性：利弊参半
从尽善尽美性到进步的理念
注释和参考文献

赞誉

就在几十年前，科学家们认为大脑是固定不变或“天生”的，因此绝大多数形式的脑损伤是无法治愈的。著名的精神病学家和研究者道伊奇博士，被他的病人所发生的与过去理论不符的转变震惊了，并通过采访神经科学界先驱和受益于神经康复学的病人，着手对神经可塑性这一新科学进行研究。在这里，他以引人入胜的个人化叙述手法，描绘了大脑（绝不是固定不变的）是如何拥有惊人的力量来改变自身结构，修正最具有挑战性的神经状况。道伊奇的书出色而充满希望地描绘了人类大脑无限的适应性。

——奥利弗·萨克斯博士（Oliver Sacks，MD）

20世纪最伟大的医学作家，《错把妻子当帽子》作者

诺曼·道伊奇证实，我们的所想、我们如何想，都可以改变我们的大脑。道伊奇阐释了心理治疗的基础。

——查尔斯·汉利博士（Charles Hanly，Ph.D.）

国际精神分析协会主席

这是迄今为止对这门学科所进行的最具可读性、最为卓越的阐释。

——迈克尔·梅策尼希博士（Michael M.Merzenich，Ph.D）

美国加利福尼亚大学旧金山分校凯克

综合神经科学中心神经学家

出神入化！太精彩了！我如饥似渴地阅读它！

——V.S.拉玛钱德朗博士（V.S.Ramachandran，MD，Ph.D.）

美国加利福尼亚大学圣迭戈分校脑与认知中心主任，

《寻找脑中幻影》的作者

一场通过极其清晰的写作手法所展现出来的心智可塑性盛宴。

——雅克·潘克塞普博士（Jaak Panksepp，Ph.D.）

美国西北大学福尔克分子疗法中心情感神经科学研究负责人

积极思考的力量最终被证实具有科学可信度。各种令人费解、创造奇迹、戳穿现实的东西……对全人类都有意义，更不用说人类的文化、学习和历史。

——《纽约时报》

太棒了！……道伊奇发现了基础科学中的一场海啸般的转变……这些影响是不朽的。

——《伦敦时报》

道伊奇颠覆了我们自以为对大脑的所有认识。

——《出版人周刊》

道伊奇……是一位阐释科学的大师，或许也是最为出色的导师。想要阅读这本书，你不必是脑外科医生，而只需要一份对大脑的好奇心。购买这本书吧，你的大脑将会非常感激你！

——《环球邮报》

读者会大声朗诵全部章节，然后将这本书分享给那些想要从书中受益的人们。（道伊奇）以一种激发敬畏的方式将科学实验和个人胜利联系起来。

——《华盛顿邮报》

一场引领人们穿越神经可塑性研究这一新兴领域的精彩旅程。

——《发现》杂志

推荐序一 “最强大脑”的秘密

我与大脑有不解之缘。

人脑的工作方式以及人控制运动的方式，是我的专业领域。后来，我在《最强大脑》做科学评审时，见到了许多拥有“特异大脑功能”的选手，有一般意义上的“天才”，也有经过练习而后天养成的“达人”，还有身体有缺陷和障碍却拥有正常人所不能及的特殊能力的“奇人”。在为他们的脑力赞叹的同时，我也深知超强的大脑并非轻易可得。“用进废退”是大脑的基本法则，即使天生脑力过人，通常也需要成百上千次刻苦的练习，才能在大脑中建立起新的、牢固的神经联结。

阅读本书，像是重温了这些选手的故事，我可以在本书中找到和他们相似的人和故事，并深入了解他们大脑的秘密。例如心算天才、中国雨人周玮，他有语言障碍、曾被诊断为智力障碍，却在节目中解开了三道超复杂计算题，最终以满分晋级下一轮。想了解他的大脑里发生了什么，可以从本书第2章主人公杨的故事中找到启示：杨是一个从小就被贴上“智障”标签的女人，她针对学习障碍者最弱的大脑部位和功能设计练习，不但实现了自我疗愈，成了一名科学家和帮助者，而且开设了专门帮助学习障碍孩子的学校。还有：

80岁的老人可以在操作行动方面像50岁的人；只有一半大脑的女人基本上可以正常生活；语言障碍、自闭症、注意力障碍都可以改进；奇怪的性偏好可以改变……

书中这些看似是奇迹，但都是真实的故事，让我不禁深思，如果衰老的、先天不良的、受伤的大脑都可以如此，那么我们正常人的大脑又拥有多大潜力呢？很多人接受了坊间流传的“科学观点”（“成年以后大脑

只能走下坡路了”，以及“老年人只能放任自己的大脑衰退”），这对成人的学习和发展、老人的大脑保健和康复是莫大的阻碍，对于整个社会而言，更是极大的脑力资源浪费。

我曾经在美国西北大学和芝加哥康复医院进行博士后研究，深知神经可塑性的重要性。但是，在20世纪中叶以前，“大脑是可以改变的”，“神经细胞是可以再生的”，正如16世纪时的“日心说”，还不是人人皆知的“真理”，而是被强烈排斥和批判的“谬论”。同样地，神经可塑性也有它的哥白尼、布鲁诺和伽利略，你会在本书中看到巴赫·利塔、梅策尼希、陶伯、拉马钱德朗、帕斯科-里昂、弗洛伊德、埃里克·坎德尔等神经可塑性先驱的故事。

·梅策尼希在论文中花了好几页篇幅来说明成人大脑是有可塑性的，但是他的顶头上司伍尔西在这部分画了个叉，当这篇论文被刊登出来时，没有一个字讲到可塑性。

·陶伯为了证明神经可塑性的存在而使用猴子做实验，被动物解放组织告上法庭，甚至丢了工作。

·弗洛伊德竟然是神经可塑性的先驱之一，他最大的贡献就是发现了性可塑性的关键期。

·诺贝尔奖得主埃里克·坎德尔曾经想从事心理分析治疗，但是他的心理分析师朋友劝他去研究大脑、学习和记忆，因为如果要了解为什么心理分析会有效，这些基本的知识是需要的。

……

本书是讲述神经可塑性的经典科普书，自出版以来，一直没有其他书可以动摇它的地位。作者诺曼·道伊奇以其精湛的叙述技巧，将曲折的

真人真事与科学知识融为一炉，浑然一体，既提供了知识和趣味，又传达了意志和感动。书中的人和事充满了矛盾与挣扎，杂糅了科学与奇迹，融合了希望与局限，让你深刻意识到自己脑壳中这几斤重的东西的微小变化和自己的性格、情绪、行为的深刻关系。

我认为，机械工业出版社华章公司现在将这部经典著作引入国内是一个最佳时机。中国人从来没有像2014年这样关注脑科学和大脑的可塑性，辨识物体、记忆、计算等与日常生活紧密相关的能力与大脑之间的联系从未像现在这样具体而生动地呈现在眼前。通过《最强大脑》，他们不仅认识到人类大脑拥有的惊人潜力，而且更进一步理解了大脑的工作原理，最重要的是，他们知道了超强的记忆力和思维能力可以通过刻苦努力获得，从这个角度来说，本书又是一本“非主流”的成功励志书。

本书不仅让我们理解神经可塑性的关键作用，更传达了很重要的人生道理：正因为人脑可塑性极强，我们才更应该有意识地爱护和塑造自己的脑，建立积极导向的神经联结，避免消极导向的神经联结。

正是因为拥有神经可塑性，你需时刻谨慎行事，因为每个经验都会在大脑中形成联结，留下痕迹，例如本书中讲述“成瘾”的时候，告诉我们，一旦一日是酒鬼，就终身都是酒鬼，你很难消除掉你的大脑对酒的渴望。但又因为拥有神经可塑性，你要永远怀抱希望，即使是再严重的先天问题（只有一半大脑），再深重的童年创伤（在婴儿期就失去母亲），再难以改掉的怪异习惯（喜欢精神不稳定的女人），都是可以通过改变神经联结的练习来重新塑造。

我衷心希望，“神经可塑性”这样一个对于普罗大众极其遥远的专业名词，会因为本书的传播和扩散而广为人知，教育、学习、成瘾、爱情、心理治疗、伤后康复，人类生活中每个日常的、关键的领域都能因

此被重塑。

魏坤琳

北京大学心理学系副教授、博导，江苏卫视《最强大脑》科学评审

2014年12月10日

推荐序二　来自地球的神

2013年12月，美国度假胜地太浩湖之滨，正在举办一个顶级科学会议。一位小个子男人上台演示自己团队开发的程序，一群世界上最聪明的头脑聚精会神，认真聆听。他的程序事先并没有任何具体游戏运行策略，只能像首次接触游戏的小孩一样：看到屏幕、控制游戏与知道自己得了多少分。他只是告诉程序，尽可能得高分。

演示效果出乎意料的好，所有人都被震住了！该款软件通过反复试错，学会了三款经典游戏，甚至超过了专业玩家。对于这位小个子男人来说，演示的收获是一张震惊世界的4亿英镑支票——谷歌一个月后以4亿英镑收购他成立才两年的公司。他是谁？凭什么拿到这张支票？

他就是毕业于伦敦大学学院（UCL）的神经科学家、DeepMind创始人戴密斯·哈萨比斯（Demis Hassabis）。2007年，他与埃莉诺·马圭尔（Eleanor Maguire）教授合作，发现5位因为海马体受伤而健忘的病人在畅想未来时也会面临障碍。而马圭尔教授正是当代神经可塑性研究的权威。

什么是神经可塑性（neuroplasticity）？神经可塑性是指神经系统为不断适应外界环境变化而改变自身结构的能力。传统观念认为，成年后脑细胞发育趋于停止。近年研究发现，感觉刺激及新技能学习促进大脑发展，即神经具备可塑性。例如马圭尔研究发现，因为伦敦路线复杂，所以伦敦出租车司机海马体比常人更大。

哈萨比斯是一位天才，从小是神童，他的兴趣跨越了游戏开发、神经科学、人工智能等多个领域。他的人工智能研究也深受自己的神经科学研究影响。2007年，他对海马体的研究发现，大脑中与过去记忆有关

的部位，对于规划未来同样至关重要。受益于此，再结合当下机器学习领域最热门的深度学习（deep learning）技术，他将人工智能往前推进了大大的一步。

通读本书，我们会惊讶地发现，在20世纪也有一位类似人物。他就是神经可塑性研究先驱保罗·巴赫-利塔（Paul Bach-y-Rita）。他与哈萨比斯一样特立独行，也是一位跨越许多学科的通才，从医学、心理药物学、眼球神经生理学、视觉神经生理学到生物医学工程。巴赫-利塔从不局限于一个领域，不懂就学。他发现父亲中风后通过康复训练恢复正常，因此开始对大脑的神经可塑性产生兴趣。他质疑了当时神经科学的一个基本假设——大脑功能区域特定论（localizationism），而将人类大脑看作一个网络结构：

大脑有许许多多神经回路，所谓神经回路就是一起做某个工作的神经元之间的联结。假如某一条重要回路断掉了不能通行，大脑就用其他小路来绕过它，以达到目的地。

正如巴赫-利塔所言，当我们视觉通道出问题了，我们可以尝试换用其他通道（如触觉）来代替眼睛。我们能否开发出一台能让盲人借助舌头获得视觉的机器呢？我们能否在20世纪技术不成熟的条件下，开发出人类第一台富有科幻色彩的认知增强与感觉替代机器呢？巴赫-利塔与哈萨比斯一样不断挑战人类智慧极限，他真的在20世纪开发出来了！

伴随巴赫-利塔的努力，神经可塑性研究如今已从脑科学边缘角落跃升为热门。这本书就是一部神经可塑性研究传记，介绍了该领域的各位先驱、翘楚及著名患者的故事。作者每一章围绕一个神经可塑性的热门话题，分别介绍了相关科学家及其背后的故事：如何进行触觉代替视觉这样的感觉替代；如何战胜阅读障碍与改善老人记忆力；如何通过经颅

磁刺激提高人的心智能力；如何利用神经可塑性对抗抑郁症；等等。种种看似科幻的技术，在作者笔下一一道来。难能可贵的是，作者当面采访了书中多数科学家。

其中，与我日常工作关系密切且熟悉的两位，是第3章介绍的梅策尼希（Michael Merzenich）与第8章介绍的帕斯科-里昂（Alvaro Pascual-Leone）。梅策尼希是神经可塑性圈内的翘楚，他早年创办致力于大脑教育的“科学学习”（Scientific Learning）公司，成功上市10余年后，又看到了欧美老龄化社会带来的机遇，再次创业，创办了致力于提高老年人大脑能力、延缓认知老化的Posit Science公司。Posit Science公司在《美国国家科学院院刊》（PNAS）上的研究报告指出，60～87岁的老人，经过每天一小时、一周5天、持续8～10周的听觉记忆训练后，很多人将他们的记忆时钟拨回了10年左右，有的人甚至可以拨回25年。我创办的致力于认知增强的脑科学专业公司安人心智深受其启发，第一批产品同样是针对老年人阿尔茨海默病早期预警、临床诊断与认知增强。帕斯科-里昂也是著名脑科学专家，他是重复经颅磁刺激技术（repetitive TMS，rTMS）开创者，TMS也是安人心智跟进与研发的认知增强设备与技术。

如今，神经可塑性研究已成为一个朝阳产业。灵敏大脑市场研究公司表明，2007年是欧美认知训练兴起元年；从2005年至今，美国认知训练市场快速发展，每年新增上亿美元的风险投资，并且诞生数家欧美上市公司。虽然这门产业还非常不成熟，部分公司挂羊头卖狗肉，以致2014年10月20日，以美国斯坦福大学长寿中心为首的一些科学家，联署一份《来自学界对于认知训练产业的声明》，指出了产业发展的一些问题。历史不会重复，但总会押韵。阅读过本书的读者，会惊讶地发现，今天很多对神经可塑性的批评与当年对神经可塑性先驱巴赫-利塔的

批评非常类似。

但我相信，我们处在一个最好的时代。新一代大脑黑客技术已经诞生。过去MRI等脑成像技术只能让你观察大脑，现在光遗传学（optogenetics）技术能打开或关闭神经元，Clarity技术能洗掉细胞胶质，让大脑透明，CRISPR技术可以编辑基因。现在，你可以开始确定人脑几千种不同类型的神经细胞功能，第一次研究情绪、记忆和意识来源。如果说人类登月计划开启了太空之旅第一步，继人类登月计划之后，投资巨大的人类脑计划则将为人类登临下一个宜居星球做好准备。受益于哈萨比斯与巴赫-利塔这类不断挑战人类智慧极限的跨界者，体力借助外骨骼，可以增强百倍，脑力借助增强现实头盔等各类认知增强设备，可以拥有更好的视觉、听觉、触觉、嗅觉和味觉，乃至更完美的记忆与更快速精确的决策，我们就是登临下一个星球的神。

一个新时代徐徐展开。你我将为能参与这个时代而激动。

阳志平，安人心智科学总监

微博：http://weibo.com/ouyangzhiping

2014年12月18日

导读　每一个经验都改变大脑的联结

20世纪神经科学最大的冲击就是擎天的两个教条（大脑定型了不能改变；神经细胞死亡了不能再生）被推翻了。这个划时代的改变对病人复健及教育观念有重大影响，它颠覆了传统上“大脑受伤了，一辈子就是如此了，不可能康复了”的观念，也挑战了过去“笨孩子不可教，只能去读放牛班”的偏见。过去教改说每个孩子头上都有一片天，现在，我们看到了实验证据，的确没有不可教的孩子。现在的教育观念是：假如这个孩子没有学会，是这个老师没有教对，因为老师没有花时间找出孩子的长处，从他的长处切入。从大脑实验看来，每个孩子的长处都不一样，连双胞胎大脑处理同一事情的活化量都不尽相同，所以没有不可教的孩子。脑科学的进步彻底改变了教育的观点和相应的政策，这也是我急切想把这本书介绍到中国来的原因。

我们的大脑一直不停地因外界刺激而改变里面神经回路的联结，它是环境与基因互动的产物：我们的观念会产生行为，行为又会回过头来改变大脑的结构；先天（基因）决定某个行为，这个行为又会回过头改变大脑。例如阅读会改变大脑，文盲跟识字者在处理文字信息时，大脑活化区域不一样。文字是5000年前的发明，是远古祖先的时候所没有的。有人说：人会阅读是个奇迹。人的大脑并不是演化来阅读的，所以不管是什么文字，大约都有6%的人不能阅读（这叫失读症，英文是dyslexia）。在阅读时，大脑基本上调动了很多原本做其他功能的区域来负责文字的处理，就好像现在负责辨识文字的区域原来是负责处理面孔的。一个有弹性的大脑就好像一个能干的家庭主妇，要烧菜，姜没有了，用葱代替；盐没有了，用酱油代替，它是以功能为取向的，相同功能的区域可以彼此代替。我们每个人都有这种经验，你要开车到某处而

主要道路断了，你一开始会待在那里不知该怎么办，然后你会找出高速公路未开之前的旧路，穿过农地，绕过断桥，你走小路的次数越多，就越能找到更短的快捷方式来到达你的目的地。大脑的可塑性就是越常用的，联结越强，不常用的就被荒草淹没了。

从书中，读者可以看到神经可塑性的先驱保罗·巴赫-利塔（Paul Bach-y-Rita）为什么敢去挑战神经学祖师爷雷蒙·卡哈的教条，去碰别人不敢去碰的神经可塑性领域，因为他不像大部分科学家那样死守一个领域，他的领域很广，既是医生，懂得心理药物学，又因研究的需要，自修弄通了眼球神经生理学、视觉神经生理学、生物医学工程学等。凡是与研究主题相关的知识他都得会，所以他花时间去把这些领域弄通，造就他的背景知识广博，这是他成功的原因。我们看到在科技整合的时代，没有什么叫课内书、课外书，知识只分有用、无用，凡是研究要用到的都要知道，21世纪已经不再分领域了。这一点常让我感叹到现在我们还有门户之见，不接受跨领域的观念，什么系毕业的人就只能做什么事，若去做了别的事，就被批评为抢别人饭碗。事实上，只有跨领域，科学才会进步，因为知识是相通的，人是多方位的。如果巴赫-利塔不是跨这么多领域，他就不会去问："眼睛对视觉是必要的吗？没有眼睛就看不到了吗？耳朵对听觉是必要的吗？"这些挑战传统大家认为理所当然的问题，才打开了神经可塑性的大门，让我们看到，其实看的不是眼睛而是我们的大脑，只要有方法把外界的信息送入大脑，没有眼睛，大脑也可以看得到。科学上常说问对了问题，答案就出来了一半，只是能够像他一样敢问这些问题的人太少了。

我们的大脑一出生时是一个很粗略的简图，因为神经还未分化完成，当婴儿生下来，眼睛开始东张西望，耳朵开始倾听生活环境中的声音时，外面的经验就开始精致化这个简图，给轮廓添上枝叶，慢慢形成

我们正常的大脑。老鼠刚出生时听觉皮质是没有分化的，它一半是对高频率起反应，另一半对低频率起反应。若在发展的关键期听到某些特定频率，大脑就会有某些细胞对这个频率特别敏感，活化起来，久而久之，地图就不再是两大块，而是变成很多区块了。当每一个区块都对某个声音起反应，它的听觉皮质就被分化了。这种“只要接触到刺激就可以改变大脑”是学习关键期最主要的特色，有人认为自闭症就是过早关掉了关键期，使他们的大脑地图没有完全分化，所以他们听到一个频率，全部的听觉皮质就都活化起来，造成自闭症或威廉氏症的孩子听力特别敏感，对我们认为是普通的声音不能忍受，会用手把耳朵盖起来，并且大声喊叫以平衡掉外来的刺激。

我们过去都忽略了噪声的伤害，最近有研究显示在持续不断噪声环境中长大的孩子都很好动和吵闹，在德国法兰克福及美国芝加哥所做的研究都发现噪声对孩子的智力有损害。研究者把刚出生的小老鼠放在白噪声的环境中长大，过了关键期后去检查它们的大脑皮质，结果发现大脑严重不正常，容易放电有癫痫。大脑扫描也发现皮质没有分化完成时，孩子无法集中注意力，他们的大脑是一片混乱、嘈杂不堪。

从实验中，我们看到大脑的可塑性跟多巴胺有关，多巴胺可以使达成目标的那个行为的神经回路固化，联结得更紧。上瘾就是这样产生的，每一次使用毒品就会产生一种蛋白质ΔFosB，它会累积在神经元上，直到多到打开某个基因的开关；这个基因的打开或关闭会造成持久性的改变，所以即使戒掉毒品，这个改变也仍然存在，对大脑的多巴胺神经元造成不可逆转的伤害。有人说A片提供的是健康的快乐，使人从性的紧张中解放，其实A片提供的是上瘾、耐药性，它会降低快乐的感受。对A片上瘾的人会渴望A片，却不喜欢它，A片看久的人会觉得女友对他没有吸引力，宁可看A片，也不去跟真人约会。

本书集合了最近10年来大脑研究的精华，让我们看到一个行为发生的原因及可能的补救方法。例如我们每个人都有考试前“开夜车”、临时抱佛脚的经验，每个人也都有抱佛脚念的东西是现炒现卖、第二天考完就忘记的经验。这个原因在于，临时抱佛脚跟每天念书慢慢累积这两种神经回路的改变是不同的。实验者训练一批盲人读点字，盲人在上完一周课后，星期五的下午去到实验室扫描大脑，休息一个周末后，星期一来上学时，先到实验室扫描大脑再去上课。结果发现星期一的大脑地图跟星期五的不一样，星期五的大脑地图都是快速的扩张，但是星期一又回到原来的基线。这个实验做到6个月时发现，这6个月中，每一次星期一的大脑地图都回到原来的基线，6个月之后，星期一的仍然未变，但是星期五的大脑地图仍在扩张，只不过不像过去那么快了。这里最重要的是，星期一的大脑地图虽然在6个月之内一直没有改变，但是6个月以后有了明显的增大，一直到10个月时，进入高原期。这些盲人在学了10个月的点字后，休息两个月，再回来上课，实验者发现，他们星期一的地图跟两个月前一样，保持稳定。这表示每天的练习会导致短期的改变，但是永久性的改变在星期一的地图上才看到。星期五的改变是强化现有的神经回路，星期一的改变是形成全新的结构，是长新的神经联结而不是联结旧的。“开夜车”是强化现有的神经联结，如果要长久改变必须持续用功形成新联结。孔子说的“温故而知新”，现在在大脑中看到了神经机制。所以学习没有一蹴而就之事，它是要下苦功的，我们的每一个经验都在改变大脑的联结。

我们的大脑就好像玩的黏土一样，我们所做的每一件事都会改变黏土的形状，假如你开始玩的黏土是正方形，然后你把它搓成圆球，虽然它仍然可以回归正方形，但是它不再是原来的正方形，它里面分子的排列不一样了。元宵节时吃汤圆，每颗汤圆外表都一样，但是一咬下去就知道师傅搓揉的工夫，因为里面分子的排列不一样。一个有精神病的

人，即使行为被治愈了，他的大脑也不可能再回到他未发病前的状态。因此我们大人的一言一行、一举一动都要非常小心，它会对孩子的大脑留下痕迹，更不要因为我们观念的错误，一定要孩子上明星学校，光耀门楣，而把孩子推进精神病院，造成一辈子的遗憾。

最后有一点一定要指出的：台湾地区一直受日本的影响，社会上流行着日本人说的右脑革命、右脑开发的谬论。在本书中，所有的科学家都指出在婴儿发展的初期，大脑的两边是很相似的，核磁共振的片子显示一开始时，声音在两个半脑处理，两岁时，新奇的声音才移到左脑去处理。我的儿子在8个月大时，给他听中文的四声声调，他在右脑处理，一岁以后换到左脑，因为那时他已经知道这个声音跟他的母语有关，但是外国人到了20岁还把四声当物理音处理（当然对他们来说，它的确是物理音，所以在右边）。我们的两个半脑一开始时都能处理信息，慢慢地处理得好的开始独揽，同时送出抑制指令，叫另一边不要做，何必两人都做同样的事情呢？各自做所擅长的事即可。因此绝对没有日本人七田真所说的“右脑先发展到3岁才长出脑梁到左脑去”的说法。有时，我很心急要把国外正确的知识介绍进来，因为脑与学习和教育的关系大家已经看到了，哈佛大学每年都在办脑与学习的研讨会，每年都有几千名老师报名。但是有不肖商人看到这个商机，利用大家崇日（换成现代流行语叫哈日）的心态，引进不正确的幼儿教育方式，不但大赚我们中国人的钱，而且残害我们的幼苗。北欧国家老早就知道太早上学，孩子还未成熟就教写字算数对孩子身心情绪发展不好，但是一些人一窝蜂地把三岁孩子送去学心算，学“潜能开发”，这是揠苗助长。本书所访问的几位脑科学家，如梅策尼希、帕斯科——里昂、格拉夫曼，都是国际知名的科学家，他们的论文发表于《科学》《自然》等国际一流的期刊上，因此，他们的实验结果是比较可信的。

“知识是力量”的前提是，知识必须是正确的知识，才会发挥力量。正确的知识被接受了，不正确的知识就无处容身，希望本书能带给父母、老师、病人及所有人一些正确的大脑观念，让大家知道我们的大脑是如何运作才产生我们的行为，从而保护自己的大脑，让大脑为我们工作得更久。

洪兰

前言

本书是关于大脑可以自我改变的革命性发现，由大脑科学家、医生及病人亲身诉说这个惊人的改变和转换。没有手术，也没有服药，他们利用大脑当时尚未为人知的能力，改变了身体状况。有些是被诊断为无法治愈的大脑病变的病人，有些是没有特别的病变，只是想改进大脑功能的正常人，或是想防止大脑老化，保持现有能力的人。400年来，这种想法被认为根本是不可能、匪夷所思的，因为科学和医学的主流都认为大脑的生理结构定型了就不能改变。一般的看法是：过了童年期，大脑的唯一改变是开始慢慢走下坡路；如果大脑细胞没有正常地发展，或是受了伤，或者神经细胞死亡了，就不能再长出新的细胞来取代，反正都是越变越糟。大脑过了某个时期就无法改变它的结构，假如原来的路径有损坏，也不能再找到一条新的路径来执行它原来的功能。这个大脑不能改变的理论对天生大脑有损伤或心智有残缺的人，等于下了一个终生残障的判决。那些想研究健康的大脑是否可以通过运动或心智运作来增进或维持现有能力的科学家，都被告知不必浪费他们的时间去做这个无益的研究，因为大脑定型了就不能改变。神经学上的虚无主义（neurological nihilism），即认为脑伤的治疗是没有效的、是不必要的，这种想法弥漫在我们的文化中，甚至阻碍了我们对人性的看法，因为大脑不能改变，而人性来自大脑，所以人性也是固定了就不能改变。

这个大脑不能改变的信念主要来自三个看法：第一，脑伤病人很少能够完全恢复；第二，我们无法看到活人大脑内部神经工作的情形；第三，现代科学从一开始就认为大脑是个设计复杂、建构精美的机器，而机器虽然可以做非常多令人惊异、叹为观止的事，但它却不会改变或生长。

我会对大脑可以改变有兴趣，主要是因为我是精神科医生及心理分析师，当病人的情况没有像我预期的进步那么多时，一般人通常会归因到他大脑的硬件上。“硬件”是另一个把大脑当作机器的比喻，认为大脑好像计算机的硬盘，线路一旦固定了便永远地被固定了，每一个设计都是事先设定好了来做某一个特定功能的。

当我第一次听到人的大脑可能不是事先设定，它可以改变时，我必须自己去观察、去做实验来评估证据以说服我自己。这个调查使我走出了我的心理咨询室，进入一个新领域。

发现大脑可以改变的旅行

我开始去各处旅行，会见大脑科学前沿领域卓越的科学家，这些人在20世纪60年代后期及20世纪70年代初期做了许多实验，发现了令人意想不到的结果。他们发现大脑每一次做不同的活动时，这些活动都改变了大脑的结构，每次练习都改变了大脑的神经回路，使它更适合手边的作业，假如某些部件坏掉了，其他的部件有时可以接管这项工作。那个把大脑比喻为机器、每个部件有它特定的功能、大脑是这些特定部件组合的说法，并不能解释科学家所看到的现象。科学家开始把他们所看到的这个大脑基本的特性叫作神经可塑性（neuroplasticity）。

Neuro是神经元的意思，神经元是大脑和神经系统中的神经细胞。Plastic是可以改变的（changeable，malleable，modifiable）意思。一开始时，许多神经学家不敢在他们的论文中用“神经可塑性”这个名词，他们的同侪嘲笑说他们在倡导一个华而不实的看法。但是，越来越多的实验显示这个现象后，他们终于推翻了这个大脑不能改变的教条。他们发现孩子并没有被他一出生时的心智能力锁住，受损的大脑常常可以重新组织它的功能，当一部分坏掉时，其他的部分可以来替代。假如大脑的某些细胞死了，经过一阵子以后，这些细胞的功能可以被替代，许多我们认为是固定的回路，甚至基本的反射反应，都是可以改变的。有一位科学家甚至表示思考、学习和动作可以开启或关闭我们的基因，因此重塑我们的大脑结构和行为，这可以算是20世纪最惊人的发现了。

在我的旅途中，我曾拜访过一位科学家，他使一出生就眼盲的人可以重新看到东西，另一位科学家则使一出生就耳聋的人可以听得见。我见到几十年前就中风、被宣称无法复原的人，在神经可塑性治疗之下，进步了很多；我也见到有学习障碍的人，他们的智商增加了，学习进步

了；我看到一个80岁的老人记忆可以恢复到他55岁时的程度；我看到人们用思想重新设定他们大脑的神经回路，改变了以前不可治愈的强迫症和创伤。我跟诺贝尔奖得主请益，他们正在激烈辩论我们应该怎么去重新思考大脑模式，因为现在我们知道了它是不停在改变的。

可塑性对我们的深远影响

我认为大脑可以通过思想和动作来改变它的结构和功能的看法，是自人们第一次画出大脑的基本结构及神经元以来最重要的一件事。就像所有的革命一样，这个看法会有深远的影响，我希望这本书可以告诉人们这些影响是什么。神经可塑性的革命让我们了解爱、性欲、悲伤、亲密关系、学习、上瘾、文化、科技，以及心理治疗如何改变我们的大脑，所有的人文科学、社会科学、物理科学，只要是跟人性有关的学科都会受到影响，当然包括所有的训练方式。这些学科都必须能解释大脑可以改变自己的这个现象，并且了解每个人的大脑结构是不一样的，它随着我们每个人一生的遭遇而做改变。

虽然人的大脑显然低估了它自己，但是大脑的可塑性也不全然是好消息。我们的大脑虽然因此更有弹性，更能应变，同样的，它也更容易受到外界影响的伤害。神经的可塑性使我们更有弹性，但是同时也使我们更僵化，我把这个现象称为“可塑性的矛盾”（plastic paradox）。很讽刺的，我们一些最顽固、不能改变的行为习性和毛病其实也是神经可塑性的产物。一旦某个改变发生了，在大脑中变得根深蒂固，它就会阻止其他的改变发生。只有在了解神经可塑性的正向和负向效果后，我们才可能了解人类真正的潜能。

因为新名词对从事新工作的人很有用，所以我称从事研究大脑改变的科学家为“神经可塑性专家”（neuroplasticians）。

下面是我与这些神经可塑性专家会谈的经过以及被他们改造的病人的故事。

第1章　一个一直跌倒的女人……　如何因为人类感官有可塑性的发现而得救

谢丽尔·切尔茨（Cheryl Schiltz）感觉自己不断要跌倒，因为她感觉自己要跌倒，所以她就跌倒了。

当她自己站起来时，有一刹那，她看起来好像站在悬崖峭壁上，马上要掉下去。一开始，她的头晃来晃去，歪向一边，她的手臂向前伸出，想平衡她的身体，很快，她的身体前后摇晃，看起来就像一个走钢索的人失去平衡要掉下去前的一刻。只不过她的脚稳稳地站在地面上，两脚叉得很开，她看起来不像是害怕跌倒，而更像害怕有人推她。

我说："你看起来像是一个人在桥上玩跷跷板。"

"是的，我感觉我好像快要跳起来了，虽然我并不想跳。"

更仔细地观察她时，我发现当她想站直不动时，她会抽动，好像背后有个看不见的坏人在推她，一开始推这边，然后推另一边，很残忍地要将她推倒。只不过这个坏人是在她身体里面，而且已经住了5年。假如她想起来走路，必须扶着墙才能起来，即便如此，她还是走得不稳，像个喝醉酒的人。

对切尔茨来说，她没有一分钟安宁，即使她已跌倒在地，这个内在的坏人仍不放过她。

"你跌倒时是什么感觉？"我问她，"那个就要跌倒的感觉在你倒地后没有消失吗？"

“过去有的时候有，”切尔茨说，“当我失去踩在地上的感觉时……好像地窖的门打开了，把我吞了进去。”即使她已经跌倒在地上了，她还是感到身体继续往下掉，好像掉入一个无底的深渊，一直在坠。

平衡感与幸福感

切尔茨的问题出在她的前庭半规管，这个专管我们平衡的器官失去了功能。她很累，这个永远感觉到自己在往下掉的恐惧使她抓狂，不能想其他的事情。她对未来充满了恐惧，这个毛病发生不久，她就丢了工作，她本来是国际商务销售代表，现在只能靠一个月1000美元的残障补助金过活。她更为自己逐渐老去而担忧，她有着莫名的焦虑症。

平衡感的功能在正常时常被我们忽略，但是它却对我们的健康幸福感非常重要。20世纪30年代，精神科医生Paul Schilder曾经研究过平衡感跟人感到自己是健康的、有着“稳定”的身体有密切的关系。当我们用“感到已经定下来了”（feeling settled）或是尘埃未定（unsettled），平衡了（balanced）或是不平衡（unbalanced），深植的（rooted）或是无根的（rootless），“脚踏实地的”（grounded）或是“悬在半空中的”（ungrounded）这些形容词时，我们用的是前庭半规管的语言。这种平衡感觉的重要性只有在像切尔茨这种病人身上才看得到，所以得这种病的人常常在心理上崩溃，被逼得去自杀。

我们有很多感觉常常自己不自觉，一直到失去了才发现它的重要性。平衡感平常效果好到天衣无缝，使我们一点都感觉不到它的存在，所以它不在亚里士多德（Aristotle）列举的五种感官之内，千百年来被人们所忽略，直到现在。

平衡感系统使我们在空间中有方向感。负责这个功能的是前庭半规管，内耳中三个半圆形的水道，它让我们知道现在自己是站直的还是躺平的，地心引力如何影响我们的身体，更让我们在三度空间中侦察到动作。第一个半规管是负责水平动作的；第二个是负责垂直动作的；第三

个是负责前进或后退动作的。半规管中有许多小绒毛细胞，浸泡在液体中，当我们移动我们的头时，半规管中的液体就会冲击到这些绒毛细胞，这些细胞就送出信息到大脑中，告诉我们现在正朝着哪个方向在加速度。我们每一个动作都需要身体各个部件的协调和配合，假如我们把头向前倾，我们的大脑便告诉身体相关的部门去协调，作出相应的改变，抵消掉地心引力的影响，使我们保持平衡，这个作用是在潜意识中进行的，我们平常完全感觉不到这些大脑指令。前庭半规管送出来的信息进到大脑中一群特殊功能的神经元组合，叫作“前庭神经元组”（vestibular nuclei）。信息在这里处理后，送到对肌肉下指令的地方来协调这些肌肉。一个正常的前庭半规管跟视觉系统有很强的联结。当我们在追赶公共汽车时，我们的头会上下跳动，但是你可以在视网膜的中央维持那辆公交车的影像，因为你的前庭半规管送信息到大脑，告诉它你在跑的速度和方向，这些信息使你的大脑能转动你的眼球，使它们一直正对着你在追赶的目标—那辆公交车。

失去平衡感的女人

我现在与切尔茨在保罗·巴赫——利塔（Paul Bach-y-Rita）的实验室之中。巴赫-利塔是大脑可塑性这方面研究的先驱之一。切尔茨对今天的实验抱了很大的希望，但是她尽量克制自己不要期待太高，她愿意接受这个实验的任何后果。丹尼洛夫（Yuri Danilov）是这个团队的生物物理学家，负责计算切尔茨前庭半规管收集来的资料，他是一个非常聪明的俄国人，俄文的口音很重。他说切尔茨的前庭半规管平衡系统已经失去至少95%的功能了。

依任何现行的标准来看，切尔茨的情况都是很严重的、没有希望的。现行一般对大脑的看法是大脑是由一群各有特殊功能的模块（modules）所构成，先天设定在大脑里，专门负责某项特殊功能。这些模块都是经过千百万年的演化才形成现在这个样子，一旦受伤损坏了，没有办法补救，因为无可替代。现在她的前庭半规管受损了，切尔茨能够重新得到平衡感的概率就跟视网膜病变的人想要重新恢复光明一样少。

但是今天，上述的一切要面临挑战。

切尔茨头上戴了一顶工地用的帽子，在帽子的两侧有小洞，里头装了一个仪器叫作“加速计”（accelerometer）。切尔茨的舌头上放了一条很薄的塑料带，上面嵌有微电极。帽子上的加速计会送信息到这条塑料带上，这两者都连接到旁边的计算机上。当看到自己戴这顶帽子的样子时，她笑了。她说：“因为假如我不笑，我就会哭出来。”

这个仪器是巴赫——利塔众多奇形怪状仪器中的一个。这将替代切尔茨的前庭半规管，将平衡的信息从舌头送至她的大脑。这顶帽子可能

可以逆转切尔茨目前的梦魇。1997年，39岁的切尔茨在做子宫切除手术时，因为术后感染必须服用抗生素庆大霉素（gentamicin）[1]，大量服用庆大霉素会破坏内耳结构，造成听力丧失（幸好切尔茨没有）、耳鸣（这个她有），以及平衡感的丧失。因为庆大霉素便宜又有效，所以医生还是爱用它，只是平常只敢短期使用，切尔茨的医生给她的用药指示远超过了安全服用的期限，造成了她目前的情况。这种因服庆大霉素而变成残障的人被称为“摇摆族”（wobblers）。

有一天，她突然发现她无法站立，她一动自己的头，整个房间就跟着动起来，她不知道是她还是那面墙引起这种动的感觉。最后，她扶着墙勉强站起来，摸到电话，打电话给她的医生。

当她到达医院时，医生给她做各种测试来看她的前庭半规管的功能还剩多少。他们把冷水及温水灌入她的耳朵，然后叫她侧着头，当他们叫她闭着眼睛站起来时，她立刻跌倒。一个医生告诉她：“你根本没有平衡的功能。”最后检查的结果是，她约有2%的平衡功能尚留着。

“这个医生一点都不在乎，”她说，“他说这是庆大霉素的副作用。”说到这里，切尔茨开始激动。“为什么没有人告诉我这个药的副作用？医生说：‘这是永久性的伤害。’他说完就走了，把我一个人留在诊疗室内。我母亲送我来的医院，但是她已去停车场拿车，在医院外头等我。回到车上，我母亲问：‘你会没事吧？可以治好吗？’我看着她的眼睛说：‘这是永久性的，永远好不了了。’”

因为切尔茨平衡器官跟她视觉系统的联结受损了，她的眼睛无法再平滑地追随移动的物体。“好像我所看到的每一样东西都是果冻做的，每次我踏出一步，每样东西都像果冻一样左右摇摆要垮下来。”

虽然她不能用眼睛追随移动的东西，她的视觉还是可以告诉她，她

是不是直立着的。我们的眼睛靠着凝视横线或横条纹来告诉我们现在正在空间中的哪里。一旦光线消失了，切尔茨就立刻倒在地上。她发现视觉不是一根可靠的拐杖，因为她面前的任何动作，甚至一个人想伸出手来帮她，都会恶化她跌倒的感觉，连地毯上纵横的Z字形花纹都会使她跌倒，因为这些Z字形线条会送出假的信息使她以为她是歪的，而其实她不是。

她因为必须随时随地保持高度警觉而精神疲惫不堪。她需要很多的大脑能量来保持身体的直立状态，这些大脑能量用于记忆、计算、推理，因此，她没有余力再去处理其他的心智功能。

[1] 这种抗生素对格兰氏染色阴性菌有效。——译者注

神奇的帽子

当丹尼洛夫把计算机准备好要测试切尔茨时，我要求先让我试一下，我戴上了工地安全帽，把嵌有微电极的薄塑料带放到我的舌头上。这条塑料带叫作“舌头显示器”（tongue display），它是平的，跟一片口香糖差不多厚度。

这个加速计，或是说，这个传感器，可以侦察到二度空间的移动，当我点我的头时，这个动作就转换到计算机屏幕上的地图，使团队的人员可以操作监控它。这同样的地图投射到我舌头上那条薄薄塑料带上的144个电极，当我往前倾时，我的舌头前面感觉到像香槟酒泡泡炸开那种微微的电击，告诉我，我现在是往前倾。在计算机屏幕上，我可以看到我自己头的位置，当我的头往后面仰时，我的舌头后面感到香槟酒流过的感觉。同样这种香槟酒流过的感觉在我的头往左和往右倾时，都会感觉到。然后我把眼睛闭起来，用舌头来感觉我在空间中的位置。我很快就忘记这个感觉的信息是来自舌头，而能在空间中移动自如。

切尔茨把帽子拿了回去，靠着桌子来保持她的平衡。

“让我们开始吧！”丹尼洛夫说，一边在调整控制钮。

切尔茨把帽子戴起来，闭上眼睛。她用两根手指按着桌面，身体往后仰。她并没有跌倒，虽然她完全不知道什么是直，什么是横，除了舌头上香槟酒的流动感觉之外。她把手指从桌上移开，她并没有摇摆，她开始哭泣，成串的眼泪掉了下来。她可以重新生活了，只要戴上帽子，她就是安全的，她第一次戴上帽子，那个不断要跌倒的感觉便离开了她，5年来，这是第一次她没有这种掉入无底洞的感觉。她今天的目标是在没有任何帮忙之下，独立站20分钟。对任何人来说（更不要说“摇

摆族”）直挺挺地站20分钟是需要训练和技术的，不信的话，去问白金汉宫前的警卫。

她看起来很安详，她做小小的修正，身体的抽动停止了，那个在她身内，推她、撞她的恶魔也消失了。她的大脑在解人工平衡器官所送进来的码，对她来说，这平静是一个奇迹，一个神经可塑性的奇迹，因为她舌头上这些刺刺麻麻的感觉通常是上达到大脑的身体感觉皮质区处理触觉的地方，现在通过一条新的神经回路，去到大脑负责平衡的地方了。

“我们现在致力于把这个仪器变小，小到可以藏在口中，”巴赫-利塔说，“要像牙医的牙齿矫正器那样，这是我们的目标，这样，她或任何受这种苦的人，都能有正常的生活。我们希望像切尔茨这样的病人以后可以戴着这个辅助器说话、吃饭而不被别人发现。”

“这不只是对受到庆大霉素伤害的病人有利，”他继续说，“昨天《纽约时报》（New York Times）上有篇报道，老人家易摔跤，老人对摔跤的恐惧大于被坏人抢。大约有1/3的老人摔过跤，因为他们恐惧摔跤，所以他们待在家中不敢出门，结果他们越不用四肢，四肢就越脆弱。我认为一部分的原因是他们的平衡感（就像他们的听觉、味觉、视觉及其他的感觉器官一样）开始衰退了。这个仪器可以帮助他们。”

“时间到了。”丹尼洛夫关掉了仪器。

切尔茨的舞蹈

现在是第二个神经可塑性的奇迹。切尔茨取下头上的工地安全帽，取出了舌上的传感器。她露齿而笑，眼睛闭着，不扶东西站着而没有跌倒。然后，她张开她的眼睛，仍然没有扶桌子，抬起了她的一只脚，现

在她是金鸡独立，用一只脚在平衡身体。

“我爱死这个家伙了。”她说，并走过去给巴赫-利塔一个拥抱。她向我走过来，充满了感激之情，为她能够感受她脚下的世界而激动不已，她也给我一个大拥抱。

“我觉得身体像下了锚一样稳定，我不必再去想我的肌肉在哪里，我可以去想别的事情了。”她转向丹尼洛夫，给他一个亲吻。

“我必须强调为什么这是一个奇迹。”丹尼洛夫说。他认为自己是一个由下而上信息处理过程的怀疑者，“她几乎没有任何天然的侦察神经细胞，在刚刚20分钟里，我们给她提供了一个人工的侦察器。但是真正的奇迹是现在发生的事情：我们已经除去了辅助的仪器，她已没有了人工的或天然的平衡器官，但是她仍然没有摔倒，我们唤醒了她体内一些不知名的力量。”

第一次他们让切尔茨戴这顶帽子时，切尔茨只戴了一分钟。他们注意到切尔茨在取下帽子后，“残余效应”（residual effect）大约维持了20秒，是她戴帽子的1/3时间。然后，切尔茨戴帽子戴了两分钟，残余效应就增加到40秒。然后他们逐渐增加到20分钟，预期残余效应大约到7分钟，不过他们得到的结果是她戴帽子时间的3倍，维持了整整1个小时，而不是1/3。今天，巴赫-利塔说他们要试试看，如果再戴20分钟会不会得到训练效果（training effect），使残余效应维持得更长。

切尔茨开始耍宝，炫耀给别人看，“我可以像女人一样地走路了，这对别人可能不重要，但是对我来说意义重大，我不必再把脚张得大大的走路了。”

她跳着从椅子上站起来，她弯腰去地板上捡东西来表示她现在可以

做这些动作了，“上次我可以在残余效应时间里跳绳。”

“真正令人震惊的是，”丹尼洛夫说，“她不只是保持身体不跌倒，在戴了这个仪器一阵子后，她的行为几乎是正常的，她可以在平衡杆上保持不掉下来。她可以开车。这是她前庭半规管功能的恢复，当她移动她的头时，她的眼睛可以聚焦在标的物上。视觉和平衡系统之间的联结也恢复了。”

我抬头看，切尔茨正和巴赫-利塔在跳舞。

她在带他跳。

残余效应在延长

为什么切尔茨可以在没有仪器的情况下跳舞而且行动正常？巴赫-利塔认为有好几个原因：其中之一，她受损的前庭半规管已经重新组织过了，过去，从受损细胞组织所发出的噪声会阻挡正常细胞送来的信息。这个仪器帮助且强化正常细胞送出的信息。他认为这个仪器也将其他的神经回路整合进来帮忙，这就是神经可塑性切入的地方。大脑有许许多多的神经回路，所谓神经回路是一起共同做某项工作的神经元之间的联结。假如某一条重要的回路断掉了不能通行，大脑就用其他的小路来绕过它，以到达目的地。“我是这样来看这件事的，”巴赫-利塔说，“假如你从这里开车到密尔瓦基（Milwaukee）而主要道路的桥梁断了，你一开始会待在那里不知道该怎么办，然后你会找公路未开以前的旧路，穿过农地，绕过断桥。你走这些小路越多次，就越容易发现有更短的快捷方式到达你的目的地。你就越来越快地抵达目的地了。”这些次要的神经回路是不常用的，但越用就越强，这是一般认为有可塑性的大脑能够重新组织自己最主要的原因。

切尔茨正在逐渐延长自己的残余效应，这个事实表明，这些不常用的神经回路正在变得越来越强。巴赫-利塔希望，通过训练，切尔茨能继续让残余效应的时间变长。

几天以后，切尔茨写电子邮件给巴赫——利塔，报告现在在家中，残余效应可以维持多久：“全部残余效应是3个小时零20分钟……摇晃的感觉在我大脑中出现，就跟以前一样……我很难找到字来表达我的意思，我的头很昏，很疲倦，很沮丧。”

一个痛苦的灰姑娘的故事，从正常了再跌下来是很痛的。她觉得自

己是死了，复活了，然后又死了。从另一方面讲，3个小时零20分钟的残余效应时间是戴帽子20分钟的10倍。她是第一个接受治疗的摇摆族，即使残余效应时间不能够再延长下去，她还是可以一天戴4次帽子，从而过正常的生活。而且她很有理由去预期情况会变得更好，因为每一次戴帽子都训练她的大脑去延长残余时间……

……

结果真的有，后来的一年里，切尔茨尽量戴帽子来缓解她的痛苦，并建构残余效应。她的残余效应累积到好几个小时、好几天，甚至4个月。现在她完全不需要戴帽子了，而且不再认为自己是“摇摆族”的一员了。

盲人看见，瘫子行路

1969年，欧洲最顶尖的科学期刊《自然》（Nature）刊登了一篇颇有科幻味道的短文，挂头牌的作者是巴赫——利塔，那时他是科学家兼复健科医生，这是一个稀有的组合。这篇论文介绍了一种仪器，它能使天生的盲人可以看得见。这些病人都有视网膜病变，被认为是完全不可治愈的。

《自然》这篇论文后来上了《纽约时报》《新闻周刊》（Newsweek）及《生活》（Life）杂志，但是或许这个盲人可再见光明的说法太过不可思议，这个仪器和它的发明者很快就滑入默默无名的阴暗角落去了。

在这篇论文中，有一张图片，上面是很奇怪的仪器，一张很大的牙医治疗用椅，有可以震动的椅背，一团电线，一部巨大的计算机。这个用别人丢掉不要的部件及20世纪60年代的巨型计算机所组合起来的仪器，重达400磅[1]。

一个天生就盲的人没有任何的视觉经验，坐在椅子上，背后是一台很大的摄影机，就是那种20世纪60年代电视摄影棚所使用的摄影机。他用手摇的方式移动那台摄影机，“扫描”病人面前的景色。摄影机把影像传到计算机中处理，再把信号传到椅背上20×20的400个刺激点的矩阵上，直接接触到盲者的皮肤，这些刺激点的作用是在景色中光线暗的部分就震动，亮的部分就不动，这个“触觉——视觉”（tactile-vision）的仪器使盲人可以阅读，辨识出人的脸孔，知道哪一个物体比较近，哪一个比较远。这使他们知道物体旋转时会改变形状，以及从哪一个角度来观察。这实验的6名受试者都学会了如何分辨电话等6个对象，即使这个

电话有一半被花瓶遮住，也还能辨识得出来，因为实验是在20世纪60年代进行的，这些受试者甚至学会了辨识当时最著名的超瘦模特儿崔姬（Twiggy）。

经过一些练习后，盲人开始体验到他面前的三维空间，虽然从背上传来的信息是二维空间的。假如有人朝着摄影机丢一个球过来，受试者会自动往后跳以躲避它。假如这个震动的刺激矩阵从背部移到他们的腹部，受试者还是可以正确地知觉到摄影机前面的景象。假如对刺激点附近的皮肤搔痒，受试者并不会把搔痒和视觉刺激混在一起，他们心智的视知觉经验并不是发生在皮肤上，而是发生在世界上，他们的视知觉是复杂的。经过训练以后，受试者可以移动摄影机，然后说："那是贝蒂，她今天把长发放下来了，而且没有戴眼镜，她的嘴是张开的，她在把她的右手从身体的左边移到她的脑后。"没错，分辨率不高，但是就如巴赫-利塔所说的，视觉并不需要百分之百清楚我们才看得见。"当我们在雾夜的大街上走，看到建物筑的外廓时，"他问，"我们会因为分辨率不足而对这个建筑物少看到一些吗？当我们看一个黑白的影像时，我们会因为它没有颜色而看不见它吗？"

[1] 1磅＝0.45359237千克。——译者注

大脑是机器吗

这个现在已经被遗忘的机器就是第一代的神经可塑性仪器（就是用一种感官去取代另一种感官），而且被证明有效，然而，因为当时被认为是不可能的事而被搁置、忽略。当时科学界的心理定势（mind-set）是假设大脑定型了就不能改变，而我们的感官，外界信息和经验进入我们大脑的路径，是先天设定的，这个想法叫作“功能区域特定论”（localizationism），到现在仍有人支持、拥护它。这个理论是说大脑像个复杂的机器，由许多部件所组成，每一个部件有它自己特殊的心理功能，存在于某一个先天设定的大脑区域（location），所以才会有这个名字出现。一个先天就设定好的大脑，每一项心理功能都有它固定的位置地点，自然就没有什么空间可以做改变了。

这个大脑像机器的看法从17世纪第一次被提出后就一直是神经科学的圭臬，它取代了过去灵魂与肉体飘忽不可掌握的神秘看法。科学家受到伽利略（Galileo，1564-1642）星球像物体一样可以被机械力量所推动这个创世纪发现的影响，纷纷相信所有自然界的功能就如一个很大的宇宙时钟，受到物理定律的规范。他们开始用这个概念去解释所有的生物，包括我们身体的器官，把它们当作机械来看。这个把大自然看成一个大机械、我们的身体器官像机器一样的看法取代了2000年前希腊人的看法，希腊人认为大自然是一个欣欣向荣的有机体，我们的身体器官绝对不是无生命的机器。第一个“机械生物学”（mechanistic biology）的成就是威廉·哈维（William Harvey，1578-1657）划时代原创性的发现，哈维在伽利略讲学的意大利帕多瓦（Padua）读书，他发现血液如何在我们的身体内循环，心脏的功能其实是一个马达，将血液送往全身。马达当然是一个机器，所以，很快地，科学家发现如果解释要科学

化，就一定要机械化，也就是说，要受到物理运动定律的规范。哈维之后，法国的哲学家笛卡儿（RenéDescartes，1596-1650）认为大脑和神经系统的功能也像马达一样，我们的神经其实是管线，从四肢通到大脑。他是第一个解释反射反应怎么形成的人，他认为当一个人的皮肤被碰触时，神经管线中的液体就流到了大脑，然后被机械化地反射回肢体去移动肌肉。虽然现在看起来他的理论很粗糙，但是事实上，虽不中，亦不远。科学家很快地修缮了原始的图片，说不是液体而是电流在神经之间流动。笛卡儿认为大脑是一个复杂机器的想法就是现在认为的“大脑是个计算机”，其中功能具有“区域特定性”这个看法的滥觞。像机器一样，大脑有许多部件，每一个部件都有事先规划好的位置，每一个部件执行一个单一功能，所以假如一个部件损坏了，没有东西可以替代它，因为机器是不会自己长出新的零件的。

功能区域特定论的看法也被应用到感官上，认为我们每一种感觉（视觉、听觉、味觉、触觉、嗅觉和平衡觉）都有自己特殊的受体细胞（receptor cell），专司侦察我们身边各种不同形式的能量，当受到刺激时，这些受体细胞便送出信号，沿着神经到达大脑的特定区域，在这个区域，这些信号被处理。大部分的科学家相信这些大脑区域的功能是如此专业化，以至于不可能去做别的区域的工作。

巴赫-利塔跟他的同侪不同，他不相信功能区域特定的说法，我们的感官有出乎意料的可塑性，假如其中之一受损了，有时候另一个感官可以取代它的工作，他把这种替代性称作“感官的替代”（sensory substitution）。他设计了很多实验来显示感官的替代，也发明了很多仪器来显示人有“超级感官”（supersense）。他成功地显示神经系统可以适应用摄影机来看，而不用视网膜，巴赫-利塔为盲人未来可以看得见的希望打下了基础，如视网膜的移植，用手术的方式植入眼球，使盲人可

以看得见。

巴赫——利塔的野心

巴赫——利塔不像大部分的科学家，死守一个领域，他让自己变成好几个领域的专家：医学、心理药物学（psychopharmacology）、眼球神经生理学（ocular neurophysiology，研究眼球肌肉）、视觉神经生理学（visual neurophysiology，研究视觉和视神经系统），及生物医学工程（biomedical engineering）。他随着研究的需求走，研究上有必要，就去把这个领域弄通。他能说5种语言，有很长一段时间住在意大利、德国、法国、墨西哥、瑞典，也住遍美国各地。他在著名科学家，甚至诺贝尔奖得主的实验室里做过事，但是他不在乎别人会怎么想他，也不参加实验室的权力斗争，好使自己可以往上爬得快一点（而学术界有许多人是精于此道的）。他在念完医学院后放弃行医，专心投入基础科学研究。他问的问题似乎都在挑战一般人的看法，例如他问："眼睛对视觉是必要的吗？没有眼睛就看不见了吗？耳朵是只为听觉而存在吗？舌头只为味觉而存在吗？鼻子只为嗅觉而存在吗？"他的心智从来没有停顿过，总是不停地工作，在他44岁时，他又回到医学领域，开始他的住院医师训练，无日无夜地在人家最不喜欢的复健医学专科工作，他的野心是把在学术上落后的复健医学带回科学主流，用实验展现神经可塑性在复健医学上的应用。

巴赫——利塔是一个完全不摆架子的人。他穿从"救世军"（Salvation Army）二手店所买来的衣服，5美元买来的西装，只要他太太一不注意，他就穿他认为最舒适的衣服去上班；他开的是25年前出厂旧的生锈老车，而他太太开的是崭新的福斯高级轿车。

他满头灰发，说话语调柔和，但是速度很快，有着西班牙地中海人的深色皮肤，浓重的犹太口音，看起来比实际年龄69岁年轻得多，对墨

西哥裔玛雅人后代的太太有孩子般的依恋。

他很习惯作为一个局外人。他在纽约的布朗克斯（Bronx）长大，进到高中时，身高才4英尺[1]10英寸[2]，因为一种不知名的病使他的身体发育缓了8年，有两次被诊断为白细胞过多的血癌。每一天他都被比他高大的同学打，在他念书期间他发展出对疼痛的超级忍受力。当他12岁时，他的盲肠烂到炸开，医生发现阻碍他生长的不知名病原来是稀有的慢性盲肠炎。割掉盲肠后，他长高了8英寸，赢了第一场架。

我们开车穿越威斯康星州麦迪逊市去到他家。这是当他不在墨西哥时的住处。他不是一个自负的人，在我们谈话、相处这么长的时间内，他只有一次稍稍地对我表示了一下对他目前成就的满意。

“我可以把任何东西连接到另一个东西上面。”他微笑地说。

[1] 1英尺 = 0.3048米。——译者注

[2] 1英寸 = 0.0254米。——译者注

用大脑去看

“我们是用大脑来看东西，不是用眼睛来看。”他说。

他的看法与一般人的看法相抵触，我们都认为人是用眼睛来看，耳朵来听，舌头来尝，鼻子来闻，皮肤来感觉。谁会挑战这个事实？但是对巴赫-利塔来说，眼睛只是负责接收到光能的改变，是我们的大脑在看，在产生知觉。

对巴赫——利塔来说，感觉怎么进入大脑并不重要，当盲人用盲杖时，他前后扫动，只有盲杖的尖端通过皮肤上的受体，送给他信息，然而这个盲杖的横扫让他知道门框在哪里、椅子在哪里，让他知道他碰到的是一只脚，因为脚会缩回去一点，这一点点的信息可以使他找到椅子坐下去。虽然他手上的感受体是他得到信息的地方，他的盲杖是他和物体中间的接口，但是他主观所知觉到的并不是手杖在手上的压力，而是房间的摆设：椅子、墙壁、脚，三维空间。手的皮肤上的感受体只是信息的一个中转站、一个数据点，皮肤表面的感受体在数据传送的过程中会失去它的主体性。

巴赫——利塔认为皮肤和它上面的触觉感受体可以替代视网膜，因为皮肤和视网膜都是二维空间的薄层，上面铺满了感受体，使图像可以在上面形成。

找到一个新的数据输送点或一个新的方式把信息送进大脑是一回事，使大脑能够解出皮肤感觉的码并让它形成图片又是另外一回事。要达到这一步，大脑一定要学一些新的东西，大脑用来处理触觉的部分必须学习适应新的信号。这个适应能力暗示着大脑是有弹性的，它可以重新组织它的感觉知觉系统。

一种功能，一个位置

假如大脑可以重新组织它自己，那么，纯粹的大脑功能区域特定论就不可能是正确的。一开始时，连巴赫-利塔也支持功能区域特定论，因为它的成就太惊人了，使人不得不信。这个理论最早是布罗卡（Paul Broca）在1861年提出的，他是一名外科医生，他有个病人在中风后失去了说话能力，只能说一个字，不论你问他什么，他唯一的回答便是：唐，唐，唐（Tan）。在他死后，布罗卡解剖他的尸体，发现左脑额叶组织有损伤。一开始时，人们不相信说话这么重要的事只需要左脑前区一个地方的作用，直到布罗卡展示受损的细胞组织，加上也有别的病人在同一处受伤后失去了语言能力，大家才渐渐相信。现在左脑前区这块掌管说话的地方被称为布罗卡区（Broca‘s Area），被认为是协调舌头和嘴唇肌肉运动的区域。后来1872年，另一位医生威尔尼克（Carl Wernicke）发现大脑后面一点的地方受损会有另外一种语言障碍出现：不能了解语言的意思。威尔尼克认为这个受损的部位是负责字义的心理表征，跟语言的理解有关，这个区域后来被称为威尔尼克区（Wernicke’s Area）。在往后的100年里，区域论变得更特定，因为新的研究不断找到更多的特殊功能，将大脑地图越画越精细。

不幸的是，这些支持功能区域特定论的病例越来越夸大，它从观察到大脑特定区域受损与某个特定心智功能丧失一系列的相关，衍生为一个概括性的理论，宣称每一个大脑功能只能有一个先天设定的位置，即“一种功能，一个位置”（one function，one location），表示假如大脑有一个部分受伤了，就不能重新组织，也无法修复它失去的功能。

大脑可塑性的黑暗时期开始了，任何跟“一种功能，一个位置”理念相反的东西都被忽略。1868年，朱尔·科塔尔（Jules Cotard）研究早年

有脑病变使得左脑半球（包括布罗卡区）萎缩的一群病人，但是，这些孩子都能正常地说话。这表示即使如同布罗卡所宣称的语言在左脑处理，大脑还是有足够的弹性去重新组织它的功能，如果情况逼迫它这样做的话。1876年，索特曼（Otto Soltmann）切除小狗和小兔的运动皮质区（这是大脑专门负责动作的地方），他发现这些动物仍然可以走动。这些发现因不符合主流的看法，淹没在功能区域特定论的洪流之下。

对功能区域特定论的抗议

巴赫——利塔在20世纪60年代初期，开始怀疑大脑的功能区域特定论。他那时在德国做研究，那个实验室是专门探讨视觉如何产生的。他们在猫的大脑视觉皮质上放探针，记录这些微电极放电的情形。他们给猫看一个图形，猫的视觉皮质区上的电极会送出电波（脑波）表示它们在处理这个图片。但是当猫的爪子偶然被摸到时，视觉皮质区也活化了，这表示它也处理触觉的信息。他们还发觉当猫听到声音时，视觉区域也活化起来。

巴赫——利塔开始觉得“一种功能，一个位置”的功能区域特定论可能是不对的，猫的视觉区至少处理两个其他的功能：触觉和听觉。他开始认为大脑大部分应该是“多重感觉区”（polysensory），即感觉皮质区能够处理一种以上感官所送进来的信息。

这是因为我们的感觉受体把从外界送进来不同种类的刺激，不论它们的来源是什么，统统转换成电流，透过神经传导下去，这些电流的形态就是大脑中的共同语言，在大脑中不再有视觉的影像、声音、味道、感觉，它统统是电流[1]。巴赫——利塔了解到，处理这些电脉冲（electrical impulses）的地方比神经科学家以为的还更协调，更一致。这个看法后来得到神经科学家蒙特卡索（Vernon MountCastle）实验的支持，他发现视觉、听觉和感觉皮质区都有相同的6层细胞结构。对巴赫-利塔来说，这表示皮质的任何区域都应该可以处理传送到那儿的任何电流信号，我们大脑的模块应该没有那么专业。

在接下来的几年里，巴赫-利塔开始研究所有跟功能区域特定论不合的案例。因为他懂得很多国的语言，所以他可以读那些没有被翻译、比

较旧的科学文献，重新发现在僵硬严谨的功能区域特定论还没有流行时的一些科学研究报告。他发现19世纪20年代，佛罗伦萨（Marie-Jean-Pierre Flourens）就已经发现大脑可以重组了。他重读常常被人引用但是很少被翻译的布罗卡的法文著作，他发现即使是布罗卡都没有关上大脑可塑性的门，是他以后的徒子徒孙曲解了他的发现。

“触觉-视觉”仪器的成功，更使巴赫-利塔重新去探讨大脑地图，毕竟这个奇迹不是来自他的仪器，而是病人那可以改变、可以适应新的人工信号的大脑。在大脑重新组织的过程中，他怀疑从触觉感官送上来的信息（本来是在大脑顶端的感觉皮质区处理的）已经重新规划路线，送到大脑后端的视觉皮质区处理了。这表示从皮肤到视觉皮质的神经回路正在发展中。

40年前，正当大脑功能区域特定论的帝国延伸到它最远的疆域时，巴赫-利塔开始提出他的抗议。他称赞功能区域特定论的成就，但是提醒大家有很多的证据显示大脑的运动和感觉功能有很大的可塑性。他有一篇论文被退稿6次，并不是因为他的证据有问题，而是他竟敢把“可塑性”这个字放在论文的标题上。在《自然》刊出他的论文后，他所敬爱的指导教授，1967年诺贝尔生理学或医学奖获得者拉格纳·格拉尼特（Ragnar Granit）请他去家里喝茶，格拉尼特因他在视网膜研究的贡献而得奖，他也帮忙使巴赫-利塔在医学院的毕业论文能够发表，格拉尼特在称赞巴赫-利塔在眼球肌肉研究上的卓越表现后，便请他太太离开房间，然后问他（纯粹是为他好）为什么要浪费时间在“大人的玩具”上？但是巴赫-利塔仍然坚持，并且开始把大脑可塑性的证据在一系列的书和论文中陈列出来，并且发展他自己的理论来解释这些替代现象背后的原因。

[1] 就好像在美国用美元，在中国香港地区用港币，但是进入中国台湾

地区统统要换成台币才可以使用，大脑的通用语言是电流。——译者注

舌头是进入大脑的绝佳入口

巴赫-利塔最大的兴趣变成了解释大脑的可塑性，但是他继续发明感觉替代的仪器。他跟工程师一起工作来缩小“牙医诊疗椅”——计算机——摄影机这个仪器以便盲人使用。过去，这个笨重的刺激震动板已经被薄如纸的塑料片所取代，这个塑料片只有一块美元直径大小，上面布满了微电极，可以放入口中，贴在舌头上。他认为舌头是最理想的“大脑——机器接口”，是进入大脑的绝佳入口，因为它没有一层死去的皮肤这种不敏感的东西在上面。计算机也缩小了很多，摄影机过去是一个皮箱的大小，现在已经可以装在眼镜架上了。

他同时也致力于其他感觉替代仪器的发明，他接受美国太空总署（NASA）的研究资助，发展出航天员在太空所戴的电子“感觉”手套。现行的手套太笨重，航天员很难拿取小对象或做精细动作。所以在手套的外面他放了许多电子侦察器，可以把电子信号传到手上。然后他把制造这种手套所学的知识应用到帮助麻风病人身上。麻风杆菌蚕食了皮肤和周边神经，使麻风患者的手失去感觉。这个手套和航天员的手套一样，外面有电子侦察器，可以把信息送到健康的皮肤上，在那里神经仍然是好的，这健康的皮肤就变成手的感觉神经入口。他接着开始研发盲人可以用的手套，帮助盲人辨识计算机屏幕。他甚至有一个研究计划是把电极放在避孕套上，使脊椎受伤病人的阴茎能有感觉以达到性高潮。这个计划的前提是性兴奋是在大脑中的，就像其他的感觉经验一样，所以避孕套上的传感器会接受性动作的感觉，把它转换成电脉冲，送到大脑处理性兴奋的地方去，以达到高潮。他研究的其他应用包括给人们“超级感官”，例如夜间视觉的红外线眼镜；他替海军发明了一个仪器，使官兵在水里可以感受到他们身体的方向；另一个是告诉外科医生手术刀的

正确位置，他在外科手术刀上装了电子传感器，再把传感器送出来的信息送到医生舌头上的一个小仪器，将信息传送到大脑，这个仪器目前在法国已经测试成功。

中风老人的奇迹复原

巴赫——利塔最早对大脑复健的了解来自他父亲奇迹性的康复。他父亲是西班牙卡塔兰（Catalan）[1]的诗人及学者。1959年，65岁、丧妻的派德洛·巴赫——利塔（Pedro Bach-y-Rita）中风了，半边脸和半边身体麻痹，不能说话。

巴赫——利塔的哥哥乔治（现在是加利福尼亚州的精神科医生），被告知他的父亲没有复原的希望，应该送进疗养院去养老。乔治那时是墨西哥医学院的学生，便把父亲接到墨西哥与他同住。一开始，他安排父亲去美国英国医院（American British Hospital）做复健。这医院只有一般的4周复健课程。因为当时没有人相信更多的治疗会带给大脑什么好处。4周之后，他父亲一点进步也没有，他还是一样的无助，需要被人抱进抱出、上厕所或洗澡，乔治通过园丁的帮忙，亲自照顾他父亲。

“幸好他是一个矮小的人，只有118磅，我们可以处理得来。”乔治说。

乔治完全不懂复健，他对这方面的无知变成上帝的恩赐，因为他的成功完全来自他违反所有的复健规则，完全不知道现行的悲观理论。

“我决定与其教他困难地走路，还不如教他爬。我说：‘你是从爬开始学走路的，你先爬一阵子。’我们买了护膝给他，我们握着他的四肢，感到他的手和脚软弱无力，根本不能支撑他，所以一开始时，很困难。”一旦派德洛可以稍微支撑自己一点后，乔治就要他用墙来帮助他弱的那边肩膀和手臂。“靠着墙爬了几个月后，我就带他去花园中爬，结果遭来邻居的非议，他们责备我不孝，让大教授像狗一样在地上爬，我唯一的模式是婴儿学会走路的方式，所以我们在地上玩游戏，我滚弹珠，

我爸要截住这些弹珠，或者我把铜板抛在地上，他要用虚弱的右手把钱捡起来。我们试着把所有的正常生活经验变成练习，我们利用洗脸盆来运动。他用好的左手扶着脸盆，用弱的右手（这只手没有什么控制力，而且会有抽搐的痉挛动作出现），在脸盆中转，顺时针转15分钟，逆时针转15分钟。盆子的边缘使他的手不会乱飞，我们是循序渐进，每一步都与上一个步骤有重叠的地方，渐渐地，他开始进步，一阵子以后，他帮助设计练习的步骤，他想要进步到可以坐下来跟我及其他医学院学生一起吃饭。”派德洛每天花很多小时练习，但他逐渐在进步，从爬到用膝盖移动，到站起来，到走路。

派德洛自己练习说话，3个月后开始有恢复语言能力的迹象，几个月以后，他想开始写作，他会坐在打字机前，中指放在要打的键上，然后用手臂的力量来按下这个键。当他做到了这一步以后，他开始训练只用手腕力量，最后达到只用手指力量，一次只用一个指头。直到最后，他恢复了正常的打字。

一年要结束时，派德洛几乎完全恢复了。在他68岁时开始在纽约的市立学院（City College）全职上课教书，他很喜欢教书的工作，一直做到70岁退休。然后，他又到旧金山找到一个教职，再婚，不停地工作、爬山、旅行。他在中风后生龙活虎地过了7年，后来去哥伦比亚的波哥大（Bogotá）看他的朋友，一起爬山，爬到9000英尺时，他的心脏病发作，享年72岁。

我问乔治他知不知道他父亲的复原是多么不平常，以及他当时有没有想到他父亲的复原是大脑可塑性的关系。

“我当时只是想如何照顾爸爸，但是我弟弟后来用神经可塑性在谈这件事，一开始我不懂，直到父亲死后我才了解。”

惊人的真相

派德洛的尸体运回旧金山，因为那时巴赫-利塔在旧金山工作。那是1965年，在没有扫描大脑的仪器之前，尸体解剖是例行工作，因为这是医生可以学习大脑病变的一个方式，同时也可以知道为什么病人会死亡。巴赫-利塔请阿奎那（Mary Jane Aguilar）医生解剖。

“几天以后，阿奎那打电话给我说：‘快来，我有一些东西要给你看。’当我到达斯坦福医院时，在桌上摊开的是我父亲大脑切片的幻灯片。”

他说不出话来。

“我感到厌恶、反胃，但是我可以看出为什么阿奎那这么兴奋。幻灯片显示我父亲中风后大脑有很大的损伤，而且一直没有痊愈，虽然他恢复了所有的功能。我当时震惊得说不出话来，我觉得麻木、没有感觉。我在想：‘看看他的脑伤有多么大。’阿奎那问：‘人怎么可能从这么大的脑伤中复原？’”

当他仔细检查时，他发现父亲7年前的脑伤主要是在脑干的地方，这是大脑最接近脊椎的地方，另一个大脑受损处在皮质掌管运动的地方。从大脑皮质到脊椎的神经有97%被破坏了。这么巨大的伤害使得他半身瘫痪。

“我知道这表示他的大脑后来完全重新组织过，因为他和乔治做了那么多的练习。直到我看到幻灯片的那个时候，我们都不知道他的复原有多么了不起。我们都不晓得他的损伤有这么大，因为那时还没有扫描大脑的仪器。当病人复原时，我们都假设他一开始大脑的受伤就没有很严重，阿奎那要我与她联名发表报告这个病例的论文。我没有拒绝。”

他父亲的故事是第一手的证据，即使一个年纪大的人有着严重的脑伤，复原还是可能的。在详细检查他父亲的脑伤及搜索文献后，巴赫——利塔发现在1915年，一位美国的心理学家法兰兹（Shepherd Ivory Franz）就报告已经瘫痪20年的病人通过大脑刺激的练习后可以恢复一些功能。

[1]　Catalan是西班牙境内的少数民族，所讲的语言与西班牙语不同。——译者注

将舌头神经连在脸部肌肉上

父亲的复原改变了巴赫——利塔的事业路线，在44岁时，他回头去行医，在神经科及复健科进行他的住院医生训练。他了解病人要恢复，必须先有动机才行，而且训练的运动练习必须跟日常生活的活动很相近才行。

他把注意力转去治疗中风病人，帮助病人在中风多年后克服主要的神经上的问题。他发展出玩游戏来帮助中风的病人移动手臂的方法。他开始把所知的大脑可塑性与练习设计综合起来，传统上，复健的课程在几周后就停止了，因为病人已经停止进步，或进入“高原期”（plateau）[1]，医生失去了再继续下去的动机。但是巴赫——利塔基于他对神经联结再生的知识，认为这个学习曲线的高原现象只是暂时的，一部分原因是可塑性本身学习周期的关系，学习之后必须要有一段“固化”（consolidate）时期，虽然在固化时期没有显著的进步可见，生理的变化还是在内部发生着，它使新的技术变得更自动化及更精细。

巴赫——利塔为面部运动神经受伤的人发展出一个新的训练计划。这些人很可怜，他们面部的肌肉不能动，所以眼睛不能闭起来，不能恰当地说话，或表达情绪，因此看起来像个怪物。巴赫-利塔用手术的方式将平常连到舌头的一条神经连到病人的脸部肌肉上，然后他发展出一套大脑练习的计算机程序来训练“舌头神经”（尤其是大脑控制这条神经的地方）作为面部神经。这些病人学会了表达正常的脸部情绪、说话及闭上眼睛。这是巴赫-利塔所谓他可以“把任何东西连接到另一个东西上”的一个例子。

[1] 这是统计学上的名词，即曲线上升到某个地步后，不再上升而维持

原来高度。——译者注

听觉皮质变成了视觉皮质

巴赫——利塔在《自然》期刊发表论文的33年后，科学家用现代版的“触觉——视觉”仪器，将病人送进扫描机，确认了从病人舌头往上传的触觉影像的确在视觉皮质区处理。

关于感觉可以重新设定这个命题的所有合理怀疑，在最近一个令人惊异的大脑可塑性实验中都得到了回答，这个实验不是重新设定触觉和视觉神经回路，而是听觉和视觉。神经科学家瑟尔（Mriganka Sur）用外科手术的方式将小雪貂的神经回路重组了一番，一般来说，视神经是从眼睛到视觉皮质，但是瑟尔用外科手术将雪貂的视神经连到了听觉皮质上，他发现这只雪貂还是可以看得见。利用放入雪貂大脑中的探针，瑟尔证明了当雪貂看东西时，听觉皮质活化了起来，在做视觉处理的工作。它的听觉皮质已经自行重新组合，现在有视觉皮质的结构了。虽然动过这个手术的雪貂并没有20/20的视力[1]，它们有20/60的视力，跟一般戴眼镜的人差不多。

直到最近，这种转换几乎是不可思议的，但是，巴赫-利塔用实验证明了大脑其实是比功能区域特定论拥护者所愿意承认的更有弹性，他使我们对大脑有更正确的了解。在他做了这些研究之前，大部分的神经科学家会说：我们有视觉皮质，位于后脑的枕叶（occipital lobe）上，处理视觉的信息；听觉皮质在我们的颞叶（temporal lobe）上，处理听觉信息。但是从巴赫-利塔的研究，我们知道这个事情不是这么简单，它其实是很复杂的，而且大脑的这些区域是很有弹性的处理者，互相联结，有能力处理一些意想不到的输入。

[1] 说明视力正常，即站在距视力表20英尺（6米）处，大多数人和你看

到的一样。——译者注

大脑的适应力超乎想象

切尔茨并不是唯一受惠于巴赫-利塔多才多艺能力的人。他的团队从那以后已经训练了50多个病人来改善他们的平衡和走路。有些人的损伤跟切尔茨一样，其他人有大脑创伤、中风，或帕金森症（Parkinson’s disease）。

巴赫-利塔的重要性在于，他是那一代神经科学家中，第一个了解大脑有可塑性并且把这个知识应用到临床上，解救了病人的痛苦。隐藏在他的研究和治疗中的是一个理念，我们天生的大脑比我们了解的更有适应能力，是一个全方位的机会主义者。

切尔茨的大脑发展出新的平衡感，或是盲人的大脑发展出新的神经回路使他学会辨识物体、视知觉及动作，这些改变并非神秘、不知为何的特例，而是规则本身。感觉皮质本来就很有弹性，很有适应性，当切尔茨的大脑学习去对人工的受体做反应时，它并不是做例外的事，它是在尽它的本分。最近巴赫——利塔的研究引发认知科学家克拉克（Andy Clark）的灵感，说我们是天生的机器人（natural-born cyborgs），表示大脑的可塑性使我们可以很自然地依附到机器上，如计算机和其他电子工具上。但是我们的大脑也同时重组它自己，对从最简单的工具送进来的信息作反应，例如盲人的手杖。可塑性是从史前时代就存在于大脑中的一个特性，大脑比我们所能想象的还更开放，大自然在尽力帮助我们知觉到并且了解身边的世界。它给了我们一个大脑，用改变它自己的方式在这个善变的世界中存活下来。

第2章　为自己建构一个更好的大脑　被贴上『智障』标签的女人如何自我疗愈

那些在大脑领域有重大发现的科学家，通常他们自己的大脑就很特别。有重大发现而自己的大脑又有缺陷的人则很少，不过，也有例外，巴巴拉·艾洛史密斯·杨（Barbara Arrowsmith Young）正是这样一个特例。

当她还是学生的时候，“不对称”是最能形容她心智的一个词。她在1951年生于加拿大的多伦多，但是在安大略省的彼得镇（Peterborough）长大。杨的听觉和视觉记忆都很好，测验成绩都在第99百分位数，她的前额叶发展得非常好，给她顽强的驱力，但是她的大脑“不对称”，也就是说，除了这些特别强的能力之外，有些能力是落后的。

这个不对称在她身上也留下了烙印，她母亲开玩笑说，妇产科医生一定是拉着右脚把她接生出来的，因为她的右脚比左脚长，使她的骨盆移位。她的右臂伸不直，她的右半边比左半边大，她的左眼比较不灵敏，她的脊椎也是不对称的，有脊柱侧弯（scoliosis）。

杨有严重的学习障碍，她的大脑掌管语言的布罗卡区没有发展完成，所以她的咬字发音有问题，她缺乏空间推理能力。当我们要在空间中移动身体时，会先在大脑中用空间推理能力建构一个想象的途径，然后才去执行动作。空间推理对爬行的婴儿很重要，对在钻牙齿的牙医很重要，对冰上曲棍球手出击时也很重要。杨3岁时，有一天，她决定要去玩斗牛士和牛的游戏，她是那只牛，停在车道上的汽车是斗牛士的斗

篷，她冲上前，以为她可以及时转弯，躲过汽车，但是她计算错误，冲向汽车，把她头撞破了，她母亲说假如杨能再活一年，她会非常惊奇。

空间推理能力对在大脑中形成心智地图、知道每样东西在哪里也是非常重要，我们用这种能力来安排书桌上的东西或记住我们把钥匙放在哪里。杨总是在找东西，因为她没有心智地图，一转眼就忘记了那个东西，所以她必须把所有的东西堆在眼前使她可以看得见，她的衣橱、抽屉都是打开的，如果出门，她一定走丢。

她同时还有肌肉动觉（kinesthetic）的问题。肌肉动觉使我们知道自己的身体和四肢在空间的什么地方，它使我们可以控制或协调我们的动作。它同时也帮助我们在摸到一个对象时，认出是什么东西。但是杨从来不知道她的手臂和腿离开她的左边身体有多远。虽然她很好动，像个小男孩，但是她的动作却非常笨拙，她不能用左手端一杯橘子水而不打翻它，她总是被什么东西碰得摔跤或差点摔跤。楼梯对她来说是个险恶的致命陷阱，她左边身体的触觉不断恶化，常有撞到东西留下的淤青，当她终于学会开车时，车子左边充满了撞击的凹痕。

她也是视觉障碍者，她的视觉广度非常窄，她在看书时，一次只能看到几个字母。

但是这些都不是她最弱、最头痛的问题，因为她的大脑在了解符号之间关系的部分发展不完全，所以她对语法、数学概念、逻辑、因果关系的理解有问题，她无法区分“父亲的兄弟”和“兄弟的父亲”之间有什么差别。对她来说，双重否定句（double negative）是不可能了解的。她无法看时钟来知道时间，因为她不了解长针和短针之间的关系，她无法分辨左手和右手，不只是因为她缺乏空间地图，同时还因为她无法了解“左”和“右”之间的关系。只有费尽心力，加上不断地重复，她才能学

会符号之间的关系。

她会把b和d以及p和q颠倒，把was念成saw，从右到左读和写。这种缺陷叫作“镜像书写”（mirror writing）。她惯用右手，但是因为她写字是从右往左写，把所写的字都抹黑了，她的老师以为她是故意的、不听管教的孩子。因为她有失读症（dyslexic），她会读错，这使她付出很大代价。她的兄弟把做实验的硫酸装在她点鼻药水的旧瓶子里，有一天，她的鼻子不通，她想点一下药水，她误读了上面的新标签，躺在床上让硫酸从鼻子流入了鼻窦，她太为自己感到羞耻，不敢告诉妈妈她又闯了祸。

不能了解因果关系，让她在社交上大大吃了亏。在幼儿园，她不能了解为什么她的兄弟也在同一个幼儿园，她却不能随时想到就去他的班上找他。她可以记住数学的计算过程，但是无法了解数学的概念。她知道5×5＝25，但是不知道为什么。她的老师认为熟能生巧，给她很多的练习题回家去做，她的父亲花很多的时间亲自教她，但是都没有效果。她的母亲把简单的数学题目写在卡片上，天天给她看，因为她不会做，所以她就找了一个地方坐，使太阳能够照到她母亲高举的卡片，阳光使卡片变得透明，她就看到纸片背后的答案了。这些补救的方式都不能到达问题的根源，只是使问题更加令人痛苦罢了。

因为她极力想要有好成绩，所以她午饭时间及放学后都用来背诵，到了高中她的表现真是两极化，有时满分，有时很差。她学会用记忆来掩饰缺点，经过多次背诵后，她可以背下整页的课文。每次考试前，她都祈祷今天的考试是考事实而不是推理，如果考事实，她可以得100分，假如是考理解两者的关系，她就一筹莫展，顶多拿十几分罢了。

杨不了解在真实时间所发生的任何事，她了解事过境迁后“历史学

家”所写的事实。因为她不了解身边正在发生的事情，所以她的时间都花在回顾过去已经发生的事上，想把这些看不懂的片段拼凑成有意义的东西。一个简短的谈话，她要在心中一直回放才能了解，电影的对白、歌词的意义这些都得在她脑海中重复至少20次以上才行，因为等到她听到句子末尾时，她已经不记得句子开头的意思是什么了。

她的情绪发展当然因此而不顺。因为她的逻辑不好，所以她在听花言巧语的人说话时，听不出句子里矛盾的地方，因此，她从来不知道应该去相信谁。她很难交到朋友，而且她一次也只能交一个朋友。

但是，她最苦恼的是她对所有东西的不确定性。她觉得什么都有意义，但是都不能确定这些意义是不是真的，她的口头禅是“我不了解”。她告诉她自己：“我住在雾里，这个世界像棉花糖一样是软绵绵的。”像许多有严重学习障碍的孩子一样，她开始认为自己或许是疯了。

聪明的学习障碍者

杨成长的时代是得不到什么资源和帮助的时代。

“在1950年的小镇，如彼得镇，你根本谈不了这些事情。”她说，“一般人的态度是你可以念书或你不能念书，那时候没有特殊教育老师，没有专科医生或心理学家可以看。‘学习障碍’这个名词一直要再过20年才为人所接受。我一年级的老师告诉我父母，我是‘心智障碍’（mental block），永远不能像一般人那样学习，那时只有聪明、一般、迟缓和智障四个等级。”

假如你是智障，你就会被放入“机会班”（opportunity class）。但是那个地方又不适合记忆强、拼字比赛冠军的孩子。杨的童年朋友唐纳德·弗洛斯特（Donald Frost）现在是一位雕塑家，他说：“她承受很大的学业压力。她们家所有的人都是高成就者，她的父亲杰克是电机工程师，替加拿大电力公司拿到34项专利，假如你能让杰克放下书本出来应酬吃饭，那是一个奇迹。她的母亲玛莉的座右铭是：‘你会成功，这是毋庸置疑的。’‘假如你有毛病，改掉它。’杨一直都非常敏感、热情、体贴。”弗洛斯特继续说：“她把她的问题隐藏得很好，它是不许被提起的。在第二次世界大战后，当时的态度是你不要引起别人注意你的缺点，就像你不要人家注意你脸上的青春痘一样。”

杨到圭尔夫大学（Guelph of University）念儿童发展，希望能够找出自己问题的所在。在大学时，她心智的差异又一次浮现，很幸运，她的老师注意到她在儿童观察室中很能注意到别人所忽略的非语言线索，所以请她教这门课，她一开始认为老师一定弄错了。后来她进了安大略教育学院（Ontario Institute for Studies in Education，OISE），大部分

的学生只要读一次或两次论文，但是杨要读20次才能抓到文章重点。她能读得下去全靠一天只睡4小时的苦读。

因为杨非常聪明，在儿童观察上又表现得这么好，她的研究所老师很难相信她有学习障碍，第一个了解到她问题的是约书亚·柯恩（Joshua Cohen），这是另一个极端聪明但是有学习障碍的安大略教育学院学生。他有一个小小的诊所，用当时标准的“补偿训练”（compensations）来帮助有学习障碍的孩子。这个方法是基于一个当时大家所接受的理论：一旦神经细胞死亡或发育不全，它没有办法修补，只能用补偿训练来解决问题，假如你不能读，就请听录音带，如果比较慢，就请多给自己一些时间，假如没有逻辑性，不了解别人在说什么，就请把重点用带颜色的笔画下来。柯恩设计了一套补偿训练的计算机软件专给杨用，但是她认为这个太浪费时间，此外，她的论文研究的正是安大略教育学院的补偿训练计划，她发现大多数的孩子并没有进步，而她自己有这么多的缺陷，她认为很难找出一条有效的路来绕过她的缺失处。因为她已经很成功地发展了记忆，所以她告诉柯恩她认为一定有更好的方法。

破碎的人

有一天，柯恩建议她去看一下俄国神经心理学家鲁利亚（Aleksandr Luria）的书，因为他自己正在看。杨努力去读这些书，困难的部分不知来回读了多少遍，特别是那本《神经语言学的基本问题》（Basic Problems of Neurolinguistics）有一章是讲中风或脑伤病人的语法、逻辑和看时钟问题。鲁利亚生在1902年，在俄国大革命时代成长，他对心理分析深感兴趣，尤其是弗洛伊德创造的“自由联想法”（free association）。病人说出心中所想到的第一个字来响应治疗师的提示，他当时的目标是发展出一套可以验证弗洛伊德理论的客观测验。在他20多岁时，他发展出第一个测谎仪，斯大林开始执政后，心理分析变成唯心论，他变成不受欢迎的科学家，他曾公开承认他犯了一些“理想主义的错误”，无可奈何，他进了医学院。

但他还是没有忘记心理分析，他悄悄地把心理分析的方法和心理学组合到神经学中，创立了一个新领域：神经心理学。他长期追踪他的病人，将个案的历史写得很清楚，不像以前的神经学家只简单地描述病人的病征。著名的科普作家、纽约有名的神经科医生萨克斯（Oliver Sacks）就说：“鲁利亚的病历可以媲美弗洛伊德的病历，充满了深度细节及精准的描述。”鲁利亚有一本书《破碎的人》（The Man with a Shattered World）就完全是一个病人的日志，里面是他对这个奇怪病情的看法。

1943年5月底，札兹斯基（Lyova Zazetsky）来到鲁利亚工作的复健医院。札兹斯基是个年轻的俄国少尉，在对抗纳粹的斯摩棱斯克（Smolensk）战役中受了伤，脑部中弹，主要伤区在左脑深处。有很长一段时间，他昏迷不醒，当他终于醒过来时，有很奇特的症状。因为子

弹碎片伤到他掌管符号之间关系的地方，他不再了解逻辑、因果关系或空间关系。他不再能区分他的左边和右边，也不了解跟关系有关的语法介词，如in、out、before、after、with和without。这些介词对他来说都没有意义，他无法了解一个字、一个句子或回忆出完整的一件事，因为这些都牵涉到符号之间的关系。他只能抓住一些零星碎片，浮光掠影。但是他的前额叶是好的，所以他可以做计划、策略，形成意图，寻找相关数据，执行他的意图，因此他知道自己的缺点，所以来找鲁利亚，希望能克服这些缺点。虽然他不能读，但是可以写，因为读是一个视知觉的活动而写是一个意图的活动。他开始写零碎的日记，叫作《我会奋斗下去》（I'll Fight On），最后累积到3000页。“我在1943年3月2日就已经死了，”他写道，“但是因为我身体的某种生命力，我奇迹般地活到现在。”

鲁利亚观察了他30年，记录札兹斯基的伤势如何影响他的心智活动。他目睹札兹斯基如何不断地奋斗以达到“活着，不仅仅是存在”（to live，not merely exist）的人生基本要求。

破碎的脑

阅读札兹斯基的日记，杨在想：“他所描绘的正是我的生活。”

“我知道‘母亲’和‘女儿’这两个词的意思，但是我不知道‘母亲的女儿’是什么意思。”札兹斯基写道，“‘母亲的女儿’跟‘女儿的母亲’对我来说一模一样。我同时也不了解‘象比苍蝇大吗’这个句子的意思，我所知道的就是苍蝇很小而大象很大，但是我不了解‘比较大’和‘比较小’是什么意思。”

看电影时，札兹斯基写道：“在我还没机会弄清楚演员在讲什么时，

下一幕又开始了。”

鲁利亚开始找出札兹斯基的问题所在。子弹射在他的左脑三个主要知觉交会的地方：颞叶（通常是处理声音和语言的地方）、枕叶（通常处理视觉影像）和顶叶（parietal lobe，通常处理空间关系及综合不同感官送上来的信息）。三个脑叶送上来的信息在此交会区作汇整。虽然札兹斯基可以看得见，但他无法把看到的东西汇集成整体，更糟糕的是他不知道这个符号跟另一个符号之间的关系，但是我们用词来做思考时却可以。所以札兹斯基常常用词不当，使人以为他没有足够大的网去兜住词和词的意义，他也无法将词和它的定义联系起来，他活在零碎的世界里，他在日记中写道：“我永远活在大雾中……我心中一闪而过的是一些影像……一些模糊的影像突然之间出现了，又突然之间消失了……我不了解也不记得这些影像是什么意思。”

第一次，杨了解到她的问题原来是有名字、有原因的。但是鲁利亚并没有提供一个她所需要的东西：治疗的方法。当她了解她能力的缺陷有多大后，她变得更疲倦、更沮丧，觉得自己没有办法再这样下去了。在地铁的月台上，她寻找一个跳下去立刻会死的地方。

为自己设计练习

就在这个时候，她读到一篇论文，加利福尼亚大学伯克利分校的罗森威格（Mark Rosenzweig）教授正在研究在有丰富刺激和贫乏刺激环境下长大的老鼠，在把老鼠的大脑做切片检查神经生长的情形时，他发现有丰富刺激的老鼠大脑比较重，神经传导物质比较多，血管的分布比较密，有更多的血液来支持大脑的工作。他是第一个用大脑活动可以改变大脑结构的实验证明神经可塑性的科学家[1]。这时，杨已经28岁了，仍然在研究所读博士。

对杨来讲，这像被闪电击中一样，茅塞顿开。罗森威格已经指出了大脑是可以改变的，虽然很多人不相信他，但对她来说，这表示补偿作用可能不是唯一的答案，她可以把罗森威格的实验和鲁利亚的研究联结在一起，为她自己打开一条通路。

她把自己关起来，不跟别人接触，夜以继日地设计心智运作的练习题，一天只睡几个小时，她没有把握这种练习一定会有效，但是她全力去练习最弱的一环—找出符号彼此之间的关系。有一个练习是去读几百张显示不同时间的时钟卡片，她请柯恩把正确的时间写在卡片背后，她每次都先洗牌使自己不会记住正确答案，她抽出一张卡片解读钟面的时间，翻过去看正不正确，再抽第二张出来，假如她答错了，她就拿出真正的时钟，慢慢地转动时针和分针去了解为什么2：45指针是在“三”前面3/4的地方。

当她终于开始了解了之后，她再把秒针加进来。在经过几个星期的刻苦学习之后，她不但能比一般人看钟看得更快，她对别的符号的关系也有进步了。她第一次开始了解语法、算术及逻辑，最重要的是她开始

了解别人在说什么了。第一次，她开始过实时的生活（real time，即以事情发生的当下来理解的生活）。

受到初试即成功的鼓舞，她开始设计练习来改进自己其他的缺陷，如空间上的困难、不知自己四肢在哪里的困惑，以及视觉上的局限。她把这些能力都练到了一般人的水平。

[1] 罗森威格这个实验现在已是神经学上的经典实验，影响了美国的儿童发展心理学及教育政策。——译者注

治疗学习障碍的学校

杨后来和柯恩结婚，1980年他们在加拿大多伦多市创立了艾洛史密斯（Arrowsmith）学校，他们一起做研究，杨继续发展大脑的练习，及管理学校每天日常生活的杂事。后来他们离婚了，柯恩在2000年过世。

因为很少人知道神经的可塑性或是愿意接受它，也不相信大脑可以像肌肉一样锻炼，所以她没有什么机会让人家知道她的研究。有些人批评她竟敢宣称学习障碍是可以治疗的，他们认为这是没有证据支持的，是不切实际的。但是她没有被流言打败，继续针对学习障碍者最弱的大脑部位和功能设计练习。在高科技的大脑扫描还没有发明前，她依赖鲁利亚的研究来了解大脑的什么区域处理大脑的什么功能。鲁利亚通过像札兹斯基这样的病人画出了大脑功能图，他观察士兵大脑受伤位置和心智功能缺失的关系。杨发现，在鲁利亚的病人身上发现的思维缺陷，学习障碍是其较为轻微的变式。

申请进入艾洛史密斯学校的成人和孩子要先经过40小时的评估，这些评估的测验是设计来判断大脑哪一种功能有缺失，这个缺失是否可以补救。通过申请的学生安静地坐在他们的计算机前面学习，其中有些被诊断为注意力缺失以及学习障碍，很多人在进这学校时是需要服用哌醋甲酯（Ritalin）药物的。当他们的练习有进步时，有些人可以停药，因为他们的注意力问题其实是学习障碍的副产品，因为不懂才会注意力游离。

那些像杨一样小时候不能看钟的孩子，现在坐在计算机前面练习看钟，这个钟有10只指针，不但有分针、时针、秒针，还有日、月、年的各种指针，他们安静地坐着，聚精会神地做练习，答对的题目达到某个

数量后，才可以进到下一个阶段，这时他们会高兴地大叫：“棒极了！”计算机屏幕会一直闪来恭喜他们。当他们完成这个课程时，他们花几秒钟就可以看出非常复杂的时钟上的时间，比我们一般人的速度还快。

在另外一张桌子上，孩子在学认波斯文字及乌都语（Urdu，印度一种方言）的字母来强化他们的视觉记忆。这些字母的形状孩子都很不熟悉，大脑的练习是需要孩子学会快速地辨认这些不熟悉的形状。

当我们说话时，大脑把一系列的符号（代表想法的词和字母）变成一系列传到舌头和嘴唇肌肉的运动指令。杨从鲁利亚的书中揣摩得知，把这一系列的肌肉运动指令组合起来的地方是左脑前运动皮质区（premotor cortex），我送了几个这方面功能有缺陷的病人到她的学校去。其中一个有这种毛病的男孩一直很受挫折，因为他的思想比他的嘴巴动得快，所以他说话时常会漏掉一段信息使别人听不懂他的话，或是找不到他要用的词从而有点口齿不清。他是很外向的人，但是常常不能正确清楚地表达自己的意思，只好闭嘴不说话。在班上，老师问他问题时，他知道答案，但是要很久才能把想法组织好，把话讲出来，所以他看起来比实际上笨，他也开始怀疑说不定他自己并没有那么聪明。

当我们写作时，大脑把想法转换成词（而词正是符号），再经过手指和手的运动把字写出来。这个孩子写字手会抽搐，因为他大脑中把符号转换成手指和手肌肉动作的容量很快就满了，所以他只好把写一个字分割成很多小的动作片段，而不能流利地写作。虽然老师要教他连在一起的手写字体，但他比较喜欢用印刷体书写（大人有这个毛病就很容易被指认出来，因为印刷体是每一个字母分开写，只有几个书写动作，对大脑来说，工作量不会太大，而写连在一起的花体字时，我们一次写好几个字母，大脑必须处理比较复杂的动作）。对这孩子来说，写作特别

痛苦，因为考试时，他常常知道答案，但是来不及写，或是有时他心中想的是某一个词、字母或数字，但是写出来的是另一个。这些孩子通常被认为是粗心大意，但是事实上是大脑负荷过量，送出了错误的肌肉运动指令。

有这种问题的学生通常会有阅读困难。当我们阅读时，大脑读到句子的一部分后，就会命令我们的眼睛移到句子的后半部去，阅读需要一直不停改变眼睛运动的指令，使眼睛可以停留在我们要它停的地方以吸收信息。[1]

这个孩子的阅读非常慢，因为他会漏字、跳行，使得他分心。对他来说，阅读是超出他负荷的，使他极度疲倦地作业。在考试时，他常会读错题目。当他检查答案时，会跳过整段的答案。

在艾洛史密斯学校，这个孩子进行的大脑练习包括用手描绘复杂的线条来刺激他很弱的前运动皮质区。杨发现描红练习可以改进孩子说话、写作和阅读三个领域的表现。等到孩子毕业时，他已经可以读到下一个年级的程度（即3年级可以读4年级的书），而且平生第一次可以因喜欢而去阅读。他可以说很长的句子而不中断，他的写作也进步了很多。

在学校里，有些孩子听CD来背诵诗词以改进他们弱的听觉记忆。这种孩子因为常常忘记老师的指示而被认为不专心、懒惰。事实上，他们有大脑的问题，当一般人可以记住7个不相干的东西（如7位数的电话号码），这些人只能记得两三个。有些人强迫性地抄笔记，使自己不会忘记，有好几个病人不能把一首歌从头唱到尾，他们的大脑不胜负荷，有些人不但记不得自己要讲什么，连自己在想什么也记不得，因为用语言的思想太慢。这些毛病可以用训练死记硬背的大脑练习来改进。

杨同时也发展了专门训练社交不灵光的孩子的大脑练习，因为他们阅读非语言线索的大脑功能有问题。还有的练习是给前额叶缺失的人设计的，如在做计划上有缺失，在发展策略上迟缓，不能区分出哪些是相关有用的信息，哪些是无用的，难以形成目标并且执行完毕。这些人通常看起来散乱没有组织，不能从经验中吸取教训。杨认为这些被贴上“歇斯底里”（hysterical）或“反社会”（antisocial）标签的人在前额叶这部分发展不足。

这些大脑的练习真的改变了一个人的一生。一个美国的毕业生告诉我，当他13岁来到这所学校时，他的数学和阅读能力还处在3年级的程度。他在塔虎兹大学（Tufts University）做了神经心理学的测验后，被告知他永远不可能改进。他母亲试过10所帮助孩子改进学习障碍的学校，但是没有一所学校对他有帮助。在艾洛史密斯学校学习3年后，他的阅读和数学能力达到10年级的水平。现在他大学毕业了，在一家创投公司做事。另一位16岁进入艾洛史密斯的学生，阅读能力只有1年级的水平，他的双亲都是老师，试尽了所有的补偿训练都没有起色，但是在艾洛史密斯练习14个月后，他的阅读能力提高到7年级的水平。

[1] 阅读时眼球跳动其实不是这么简单，我们的眼睛只有在凝视时才能吸取信息，在跳动时是看不见的，我们在阅读时，视窗周边的神经细胞通常可以接受一些信息，使我们第二次的凝视点不会落在两个字中间的空白上，对这方面有兴趣的读者可以上台湾“中央大学”认知神经科学研究所的网站（http://www.ncu.edu.tw/~ncu5200/f_032.php），上面有阅读中文时，眼球跳动的数据。

强化弱点的大脑练习

每个人都有一些比较弱的大脑功能，这个以大脑可塑性为基础的技术可以帮助很多人，我们的弱点若能强化，对事业会有很大的帮助，因为大部分的事业都需要用到多种大脑功能。杨用大脑练习拯救了一个很有天分的艺术家，他有一流的绘画能力和绝佳的色感，但是物体辨识能力很弱。[辨识物体的形状所需的大脑功能跟画图能力和色感的大脑功能不同，它跟孩子很喜欢玩的《华朵在哪里？》[1]（Where is Waldo?）所需的能力很相似。在这个项目上，女性通常做得比男性好，这就是男生常常找不到冰箱中的东西的原因。]

杨也曾帮助过一个律师，因为他的左脑布罗卡区有缺失，所以在开庭时口齿不清。因为把强处的资源特别分去支持弱点似乎是分散了资源，所以一个有布罗卡区说话困难的人常常发现他在说话时不能思考，因为资源已被说话给占去了。自从集中全力训练布罗卡区的语言功能后，这名律师成为了一个成功的法庭辩护律师。

[1] 这是一本书，每一页都画满了各式各样的人物、器具、动物，凡是小孩子认得的东西都画在图上，在满满一页各式各样形状和颜色之中，有一个小人叫华朵，藏在图形之中，孩子要把他找出来。——译者注

释放热爱学习的天性

艾洛史密斯的理念和大脑练习治疗法对教育有重大意义。很多孩子会因此而受益，这种找出弱点区域然后强化这个区域的功能，显然比一直让孩子重复自己不会的功课使他越来越挫折好多了。当一个链条中，弱的环节被强化后，人们就可以去学习那个过去被挡住不能学的技能，他们觉得被解放出来了。我有一个病人一直觉得自己很聪明，但是没有用到他全部的能力，有很长一阵子，我误以为他的毛病是心理冲突，例如害怕竞争，把超越他父母、兄弟的恐惧深埋在心中等。这种冲突的确存在，也的确会阻碍一个人前进，但是我后来发现他所希望避免的冲突来自长期的挫折——害怕大脑的限制所带来的失败挫折。一旦他从艾洛史密斯的大脑练习中解决了困难之处后，他天生对学习的热爱就完全浮现出来了。

很具有讽刺意味的是，几百年来，教育家就知道必须通过不断变难的练习来锻炼建构孩子的大脑以强化大脑功能。从19世纪到20世纪初期，课堂的教育还是偏重死记，要孩子背诵外国的长诗（这会强化听觉记忆，使孩子用语言来思考）。学校的注意力几乎都放在书写能力上，这可能强化了运动能力，所以不但帮助书写，也增加阅读的速度和流利性以及说话能力。通常学校会很注意发声法有没有做到完美。20世纪60年代以后，教育者抛下了这些传统的练习，因为它们太僵化、无聊、没用。但是，不重视这些基本训练的代价是很高的，这些可能是许多学生系统化操作大脑的唯一机会，这种大脑操作使我们对符号运用得纯熟流利。对我们其他的人而言，这种课程的取消使我们口才雄辩能力下降，因为这需要记忆以及听觉方面的大脑能力，而这些我们现在已经不熟悉了。在1858年林肯和道格拉斯（Lincoln-Douglas）的辩论中，他们都轻

松自如、滔滔不绝地说了一个多小时而不需要看稿，那些长篇大论都背在脑海中。今天，在20世纪60年代以后顶尖学校的学者，演讲时都需要用PPT来弥补他们前运动皮质区的弱点。

杨的教学方法迫使我们去想：假如每一个孩子都能接受以大脑为基础的评估，这对他们的学习会有多大的帮助，他们的困难能被及早发现，有一个量身订制的课程在大脑可塑性最高的童年来强化弱点、改进它，及早去除毛病，不要等到孩子认为自己很笨、学不会，然后痛恨学校、厌恶学习时才来想办法挽救，那时已太晚，因为孩子已不愿面对他弱的部分，甚至失去了他已有的长处。越小的孩子进步越快，或许是因为未成熟大脑的神经联结比成人的大脑多了50%。我们到达青春期时，大脑开始大量修剪，那些没有经常被使用的神经联结和神经元会死亡，也就是“用进废退”（Use it or lose it.），不用就被修剪掉了。最好是在皮质以及这些神经元在的时候去强化弱点。无论如何，以大脑为基础的评估不但对中小学，甚至对大学教育都会有帮助，许多在高中表现良好的学生，进了大学却念不下去，因为他们大脑功能的弱点无法负荷大学的功课，即使没有这些危机，每个成年人也能从以大脑为基础的认知评估中受益。一个认知能力的测试可以帮助人们更加了解自己的大脑[1]。

[1] 对于本章作者的看法我有非常多的保留之处，作为译者，只能忠实地将它译出，但我非常不赞同普遍地施行以大脑为基础的认知功能测验，因为我们对大脑功能的了解还没有到那个地步，艾洛史密斯学校的业绩是否有那么神奇还待考证，作者这章的描述令我有看广告词的感觉。因为中国台湾有许多人对大脑的看法还停留在20世纪初，新仪器未发明，只能臆测、不能目睹的时期，因此有必要介绍最新的大脑与教育的观念进来，只是每个作者的人格与文风不同，读者必须记住杨在创立艾洛史密斯学校时，完全不了解大脑的内部功能情形，她只是凭借俄国

神经心理学家鲁利亚观察受伤士兵的行为加上死后大脑解剖的病理部位，用相关法所得出的大脑功能部位图来发展她的大脑练习法，其中颇多值得商榷之处，读者不可盲从。中国台湾现在已经有很多用最简单的脑波帽来测儿童聪明智慧的行业出现，令人忧心，脑波只能测大脑神经细胞放电的情形，如癫痫的病人大脑神经元的放电不正常，或在执行某项认知功能时，大脑某相关部位活化（放电）的程度，但这并不能预测孩子的聪明智慧，父母不可乱听卖卜者言。

用进废退的脑

从罗森威格第一次用老鼠做环境与神经发展的实验到现在已经好多年了。自他以后，很多实验室都发现刺激大脑会增加神经联结的发展，在丰富环境中长大的动物，有其他动物可以游戏、有玩具可以玩、有对象可以探索、有楼梯可以爬，它们学习得比同基因但是在贫乏环境中长大的手足来得快。通过困难空间问题考验的老鼠，它们大脑中的乙酰胆碱（acetylcholine）比较高，乙酰胆碱是跟学习有关的神经传导物质。在丰富环境中长大或有做许多心智训练的动物，它们大脑皮质比其他动物重5%，在直接接受刺激训练的大脑部分比其他动物大9%。经过训练或刺激的神经元不但细胞体大小增加，还增加了25%的分支，同时，它与别的神经元的联结和血流量的支持都有增加。这个改变到晚年还是可以发生，虽然不会像年轻动物发展得那么快，这个现象目前在所有测试过的动物身上都能看到。

对人来说，利用死后切片可以看到教育使神经元的树突和轴突增加，使大脑的体积和皮质厚度增加。大脑像肌肉一样可以通过练习而增长这并不只是一个比喻。

改变，还来得及

有些事不可逆转，札兹斯基的日记直到他死前都仍然是破碎零散的片段。鲁利亚并没有办法真正帮助他。但是札兹斯基的故事给了杨一个机会去治愈她自己，现在又能帮助他人。

今天，杨是一个睿智、风趣的人，在她的言行中，你看不到什么心智缺陷，她做了一个又一个活动，帮助了一个又一个孩子，是许多技能的大师。

她让我们看到一个有学习障碍的孩子常常能改正其内在的问题根源，就像所有的大脑练习课程一样，她的课程也只有在轻微缺失的人身上效果最好，但是因为她发展了这么多的大脑练习作业，她常常也能帮助多重学习障碍的孩子—那些孩子像她以前一样，还没能为自己建构出一个比较好的大脑。

第3章　重新设计大脑　科学家改变了大脑的知觉、记忆、思考和学习

迈克尔·梅策尼希（Michael Merzenich）是20个神经可塑性仪器发明和革新背后的推手。我现在正在去加利福尼亚州圣塔萝莎（Santa Rosa）访问他的路上。他是最常被其他神经可塑性研究者称赞的人，也是到目前为止，最难追踪的人。当我发现他会去得克萨斯州出席会议时，我专程去得克萨斯州并坐在他旁边才终于约定这次旧金山的见面。

“用这个电子信箱的地址。”他说。

“假如你又不回信怎么办呢？”

“锲而不舍。”

到最后一分钟，他将我们会面地点改到他在圣塔萝莎的别墅。

梅策尼希值得我这么辛苦地追踪。

爱尔兰的神经科学家罗伯森（Ian Robertson）曾经称他为“大脑可塑性的世界第一把交椅”。梅策尼希的专长是训练大脑处理某些信息的特殊区域来重新设计大脑（他称之为大脑地图），以加强人们思考和知觉的能力，增进他们的心智功能。他也比别的科学家让我们看到更多大脑处理信息区块的改变。

他的别墅是他休息充电的地方。这里的空气、树木、葡萄园很像直接从意大利托斯卡尼（Tuscany）移植到北美洲的。我那天与他的家人共住了一晚。第二天清晨我们出发去他在旧金山的实验室。

那些跟他一起做研究的人叫他“莫兹”（Merz），以与whirs和stirs同韵，当他开着他小小的敞篷跑车去参加会议时（他下午有两个会议），他的灰色头发在空中飞扬，他告诉我许多他印象最深刻的记忆是有关科学想法的讨论。他今年61岁，后半生都奉献在科学研究上，我听见他沙哑的声音在手机上与人侃侃而谈，讨论实验的可行性。当我们过旧金山大桥时，他付了过桥费，他本来是不需要付的，因为太投入实验观念的讨论，他忘了他是根本不必付的。他有几十个合作者，同时在做几十个实验，他也同时创办了好几家公司。他说自己是“离疯狂只有一步”。当然他没有疯，但他是专注和不修边幅的奇怪组合。他生在奥瑞岗州的黎巴嫩市（Lebanon），是德国人后裔，他的名字是条顿语，他工作的态度是严峻、努力不懈的，说话的方式是美国西岸人那种轻松自在、实话实说。

学习可以改变大脑地图

把神经可塑性用实验的方法证明给别人看，说服别人，梅策尼希是第一大功臣，他大胆地宣称大脑练习会像药物一样有效，可以治病，甚至连对精神分裂症都有效。他认为人的一生，从摇篮到坟墓，都有这种可塑性，即使老年人，也可以改善他的认知功能，例如学习、思考、记忆和知觉。他最新的专利是让成年人不用死背就能学习语言的技巧。梅策尼希认为在正确的情境下学习新的技巧可以改变大脑地图中千百万个神经元之间的联结。

假如你对他的话有所保留，请记住，他治愈过许多过去认为不可治疗的病人。在他刚出道时，他和他的团队设计了现在最广为应用的耳蜗移植（cochlear implant）来帮助天生聋哑的孩子听见声音，他目前在帮助学习障碍的孩子改进他们的认知与知觉，这些技术已经帮助了成千上万的人，他以大脑可塑性为中心的计算机程序叫作“Fast ForWord”（取fast forward的谐音，本来是指录像带快速往前倒带）。他把这个计算机程序伪装为计算机游戏，令人惊讶的是改变发生得很快，有些一生都有认知困难的人在30~60次的治疗后就已经进步了很多，这个程序意外的收获是他发现可以帮助自闭症的孩子。

梅策尼希宣称学习与大脑可塑性的法则相配合时，大脑的心智机械（machinery）部分可以得到改进，我们的学习会精准很多，速度和记忆也会增加。

很显然，当我们学习时，自己的知识会增加，但是梅策尼希宣称我们同时也改变了大脑学习机制的结构，增强了它的学习能力。大脑不像计算机，大脑可以不停地适应环境，替自己升级。

“大脑皮质这个大脑外面薄薄的皮层，”他说，“是有选择性地精致化它的处理容积使人能做好手边的作业。它不是只有学习，它是学习如何学习（learning how to learn）。”梅策尼希所形容的脑不是一个没有生命、任由我们填满的容器，它是一个活生生的东西，有自己的胃口，只要有恰当的营养和练习就可以生长，可以改变自己。在梅策尼希的研究之前，人们认为大脑是一个复杂的机器，有着不可改变的记忆容量、处理速度和智能。梅策尼希证明了上面每一个假设都是错的。

梅策尼希一开始并不是要研究大脑是怎么改变的，他只是不小心碰到这块领域，发现大脑可以改变它自己的功能地图，虽然他并不是第一个发现大脑有可塑性的科学家，但是他的实验使主流的神经科学家接受了大脑的确有可塑性。

大脑地图与外界相呼应

要了解大脑地图如何才能改变，我们先要了解大脑地图是什么。最早提出这个观念的是20世纪30年代加拿大蒙特娄神经学院（Montreal Neurological Institute）的神经外科医生潘菲尔（Wilder Penfield）。对潘菲尔医生来说，找出病人的大脑地图就是找出大脑不同部位的表征和功能—这是典型的大脑功能区域特定论者的看法。他们发现额叶（frontal lobe）是大脑运动系统的所在地，它启动并协调我们肌肉的运动。额叶后面的三个脑叶——颞叶、顶叶和枕叶，这些是大脑的感觉系统，处理各个感觉受体（眼睛、耳朵、触觉受体等）送到大脑的信息。

潘菲尔花了很多年的时间，画出大脑处理感觉和运动的区域，他是在替癌症和癫痫的病人开刀时记录下来的，因为这些病人在开刀时可以保持清醒。我们的大脑没有痛的感受体，在把脑壳打开后，可以保持清醒，不会感到痛。运动和感觉区都在大脑皮质上，所以可以很容易用探针来测量。潘菲尔发现当他用小电极来刺激病人的感觉皮质区时，病人身体的某个部位会有反应。潘菲尔用微电极探针来帮助他区分健康的组织和不健康、应该切除的肿瘤或病变组织。

一般来说，当一个人的手被碰触时，一个电信号会经过脊椎进入大脑，通知在大脑地图区的细胞手感觉到碰触，潘菲尔发现他可以经由刺激大脑地图区的细胞让病人感受到他的手被碰触—虽然并没人碰触病人的手。当他刺激地图区的另一部分时，病人感到手臂被碰触了；再另一部分，则是脸。每一次他刺激地图区的某一部分，便询问病人感觉到什么，以确定他没有切除掉好的、健康的组织。在经过很多次这种手术之后，他绘出了身体各部分在大脑的表征部位。

他也做了运动地图。通过刺激这个地图的各个部位，他找出了掌管病人手、脚、脸及其他肌肉运动的部位。

潘菲尔最大的发现是感觉和运动的大脑地图是跟外界相呼应的，跟真正的地理地图一样，也就是说，在身体上相接近的部件，在大脑地图上的位置也是相邻近的，如大拇指旁边是食指，食指旁边是中指，中指旁边是无名指，无名指旁边是小指，在大脑的运动皮质区的5个手指头表征排列的次序也是一模一样。他同时发现，当他碰触大脑皮质的某个区时，病人会想起童年往事或像梦一样的情境，这表示高层心智的活动也储存在大脑地图中。

潘菲尔的大脑地图影响了好几个世代的大脑观念。但是因为科学家相信大脑不能改变，他们假设而且被教导，这个地图是固定的、不能变动的、有普遍性的（每一个人的都一样），虽然潘菲尔本人从来没有这样说过。

梅策尼希发现这些地图既不是不可改变，也不是每个人都一样，而是因人而异。在一系列的研究中，他显示大脑地图会因我们一生所从事的职业和行为而改变，但是要证明这一点，他所需要的工具要比潘菲尔的电极精细很多，他要一个能够侦察到几个神经元产生改变的工具。

画出大脑地图

当梅策尼希还是波特兰大学（University of Portland）大学部的学生时，他和一个朋友利用电子实验室的仪器检视昆虫神经元内电子的活动。这个实验引起一个教授的注意，他很欣赏梅策尼希的天才和好奇心，把他推荐到哈佛（Harvard）和约翰·霍普金斯（Johns Hopkins）大学的研究所。这两个学校都接受了他，梅策尼希决定去约翰·霍普金斯大学念他的生理学博士，因为他想跟当时最伟大的神经学家蒙特卡索（Vernon Mountcastle）做研究。蒙特卡索教授在20世纪50年代表示可以用新发明的微电极来研究神经细胞的电流活动。

微电极像针尖一样小到可以放在神经元内来侦察到单一神经元的发射，神经元的信号会通过微电极传送到扩大器，然后到示波器的屏幕上，梅策尼希主要的发现都是靠微电极来研究的。

这个划时代发明使得神经科学家得以译码神经元之间的通信。一个成人大脑中有上千亿个神经元。如果用潘菲尔的那种电极，科学家可以观察到几千个神经元一起发射，但是用微电极，科学家可以窃听一两个神经元的私语。微电极的大脑地图比现行大脑扫描的图准确1000倍。现代最先进的大脑扫描仪器可以侦察到几千个神经元在一秒钟前共同的活动。但是一个神经元的电流信号只有1‰秒左右，所以大脑扫描会失去非常多信息。不过微电极没有取代大脑扫描，因为它需要非常精细的手术，必须用微电子显微镜来做才行。

梅策尼希马上看到这个工具的用途。要找出大脑处理手部感觉的区域，梅策尼希会把猴子感觉皮质区上的脑壳切除一小块，露出1~2毫米的细缝，然后把微电极插入感觉神经元的旁边，手术完成后，他轻拍猴

子的手，直到他碰到手的某一部分（比如说，手指）引发大脑的神经元发射，他记录代表手指尖端神经元的位置，在地图上画下第一点，然后他再移动微电极，把它插入另一个神经元的旁边，轻拍猴子的手，找到引发那个神经元活化的位置，把它记录下来，这样做直到他画出整个手的位置图。一个简单的地图需要500次的微电极插入，要好几天的时间，梅策尼希跟他的同事做了几千个这种手术才画出大脑的地图。

发现“关键期”

在这个时候，一个重要的发现被报告出来，永远地改变了梅策尼希的研究。20世纪60年代，当梅策尼希开始用微电极来研究大脑时，约翰·霍普金斯大学的两位科学家发现非常年幼的动物大脑有可塑性：休伯（David Hubel）和威塞尔（Torsten Wiesel）和蒙特卡索一起研究，他们用微电极来找出视觉皮质的地图以了解视觉信息是怎么处理的，他们把微电极插入小猫的视觉皮质，发现不同的视觉区域处理不同的信息，如直线、横线、角度以及物体移动的动作和方向。他们同时发现大脑有关键期（critical period）——从3~8周，一只初生的小猫在这期间内一定要接受到视觉刺激才会正常地发展。在这关键期的实验中，休伯和威塞尔把小猫的一只眼睛缝起来，所以这只眼睛没办法接受到任何视觉刺激，过了关键期之后，给小猫的眼睛拆线，他们发现视觉皮质本来应该处理这只眼睛送进来的信息的地方没有发展，使这只猫一辈子都是独眼龙，这只眼睛本身虽然是好的，但是因为视觉皮质那块区域没有发展，这只眼睛就一辈子看不见了。这表示小猫的大脑在关键期是很有弹性的，大脑的结构会因经验而改变。

当休伯和威塞尔在检查这只小猫看不见的那只眼睛的大脑地图时，他们又发现了一个没有想到的大脑可塑性：没有信息进来的那个大脑区域并没有在那儿闲着没事干，它转去处理看得见的那只眼睛送进来的信息，这好像大脑不愿意浪费任何可用的地方，它重新建构了神经回路。这是大脑在关键期有可塑性的另一个指标。因为这些研究，休伯和威塞尔拿到了诺贝尔生理学和医学奖。他们虽然发现了大脑的可塑性，却仍然非常支持大脑功能区域特定论，认为大脑在过了关键期以后功能就固定了。

“关键期”是20世纪下半叶生物学上最著名的发现，科学家很快就发现其他的大脑系统也需要环境的刺激才能发展，而且好像每一个神经系统都有它自己的关键期，或是说开窗期（window of time），在这时期特别有可塑性，对环境特别敏感，大脑在这个时期快速地成长。例如语言发展有关键期，始于一出生，终止于8岁到青春期之间。青春期之后，这个人学习第二语言没有口音的机会就大大地减少了。事实上，在关键期过后所学的第二语言与母语处理的地方不同[1]。

关键期的看法也支持了生物环境学家洛伦兹（Konrad Lorenz）对小鹅的观察。小鹅孵出后15小时到3天是它的关键期，如果这个时期它只看到人类，那么就会与人类形成终身联结而不是与母鹅。洛伦兹成功地使一群小鹅跟着他走，他把这个历程叫作“铭印”（imprinting）。事实上，心理学上对关键期的看法始自弗洛伊德，他说我们发展的时间窗口开得很短，我们必须在这个时期有某些经验以后才会发展正常。这个时期是塑造期，形成以后一辈子的我们。

关键期的可塑性改变了医疗上的方法，因为休伯和威塞尔的发现，天生就有白内障的孩子不再变盲了，现在他们在婴儿期就开刀，使大脑能得到它发展的必要刺激。微电极的实验已显示可塑性是童年毋庸置疑的事实，大脑的可塑期看起来也像童年一样，是很短的。

[1]　这一点目前并没有定论，韩国人Park所做的第二语言实验显示母语与第二语言处理的大脑位置有9毫米的差距，但是这个实验并没有被别的实验室所验证。——译者注

成人大脑也有可塑性

梅策尼希第一次窥视到成人大脑的可塑性是很偶然的。1968年完成博士学位后，他去威斯康星大学麦迪逊桥校区跟伍尔西（Clinton Woolsey）做博士后研究，伍尔西是潘菲尔的同学。伍尔西请梅策尼希指导两位神经外科医生保罗（Ron Paul）医生和古德曼（Herbert Goodman）。他们3个人决定看一下假如手的一条周边神经剪断了，然后又开始长时，大脑会是什么情形。

读者需要知道我们的神经系统分成两个部分：一部分是中央神经系统（大脑和脊髓），这是整个神经系统的司令部，发号施令及控制的中心，当时人们以为这个部分是没有可塑性的；另一部分是周边神经系统，它把信息从感觉器官的受体送到脊髓和大脑，也把信息从大脑和脊髓送达肌肉和器官。人们很早就知道周边神经系统有可塑性，假如你不小心切断了手的神经，它会再长出来。

每一个神经元有三个部分。树突（dendrite）是长得像树枝一样的神经分支，它接收别的神经元送过来的信息。这些树突都连到细胞体（cell body）上，细胞体中有DNA，它维持这个细胞的生命。最后一部分是轴突（axon），它像个电缆一样，送出信息。轴突有各种长度（从大脑中的微电子显微镜才看得到的长度，到6英尺长的从脑通到脚的长度）。很多人把轴突比喻成电缆是因为它们会输送电流，速度都很快（每小时2~200英里[1]），把信息送到邻近神经元的树突上。

神经元可以接收两种信号：使它兴奋的和使它抑制的。假如一个神经元接收到足够的兴奋信号，它会送出它自己的信号。当它接收到足够的抑制信号，就比较不可能发射或送出任何信号。轴突并没有真正接触

到邻近神经元的树突，它们中间有一个很小的缝隙，叫作突触（synapse）。一旦电流信号到达轴突终点时，它会引起一种神经传导物质释放到突触，这个化学信使飘浮过突触，到达邻近神经元的树突，使它兴奋或抑制。当我们说这个神经元重新设定（rewire）它自己时，我们指的是突触的改变，即加强、增加神经元之间的联结或减弱、减少这些联结。

梅策尼希、保罗和古德曼想要探索一个大家都知道但都不知其所以然的中央和周边神经系统的互动情形。当一个大的周边神经（有许多轴突）被剪断时，有的时候，在重新长出来的过程中，神经元的轴突会交叉。当轴突依附到错的神经元时，这个人会感觉到错误的功能区域，即明明碰触的是食指，病人却感觉是拇指。科学家对这个现象的解释是在重新成长的过程中，神经被“洗牌”弄错了，把食指的信息送到大脑地图中大拇指的地方去了。

当时，科学家对大脑和神经系统模式的认知是身体皮肤的每一点都有神经，它把信息送到大脑地图某一个特定的点，这个点是一出生就已固定的，所以大拇指的神经永远是直接把信息传到大脑感觉地图大拇指的那一点上。梅策尼希他们接受“点对点”的大脑地图模式，很天真地去记录周边神经重新洗牌后大脑内部会怎么样。

他们很仔细地用微电极找出好几只青春期猴子的手部大脑地图，把连接到手的周边神经剪断，然后立刻把断面缝得很接近，但是没有真正密合，希望这条神经的许多轴突在神经重新生长时，会交错连接。7个月后，他们重新绘制这些猴子的大脑地图，以为会看到非常杂乱的大脑地图，想不到新地图几乎完全正常，没有像他们想象的碰触食指会引起大脑地图中大拇指部位的活化。

“我们看到的事情，”梅策尼希说，“太令人震惊了，我完全不理解。”它在大脑中仍是体内体外一对一呼应的排列，好像大脑把交叉的神经信号又重新整理回来了。

[1] 1英里 = 1609.344米。——译者注

大脑地图是动态的

这个发现改变了梅策尼希的一生，他发现他自己以及主流的神经科学，都误解了大脑如何形成地图去代表身体和世界。假如大脑地图能够因不正常的输入而去校正自己的结构，那么以前普遍认为系统是固定不可改变的看法一定是错的。大脑一定是有弹性、可改变的。

那么大脑是怎么改变的呢？梅策尼希注意到新的大脑地图与旧的有一点点不同，功能区域特定论者的看法是每一项心智功能都是在大脑的同一个区域处理，这个看法如果不是错的，就是不完整的。梅策尼希该怎么办呢？

他回到图书馆去寻找跟功能区域特定论不合的实验证据。他发现1912年布朗（Graham Brown）和谢灵顿（Charles Sherrington）就发现刺激运动皮质的某一点会引起这只动物弯曲它的腿，下一次刺激会伸直它的腿，这个实验淹没在科学文献的大海中，其实它已指出大脑的运动地图和某个动作并没有一对一的关系。1923年，赖胥利（Karl Lashley）用非常粗糙原始的探针，发现刺激猴子运动皮质区的某处，会观察到某个动作出现，他把猴子脑壳缝起来让它休息几个月后，重新再做这个实验，再刺激同样的地方，却发现猴子作出的行为改变了。根据当时哈佛伟大的心理学史教授波林（Edwin G.Boring）的说法：“今天的地图明天就没有用了。”[1]

大脑的地图是动态的。

梅策尼希立刻看到这革命性的意义，他与蒙特卡索谈赖胥利的实验。蒙特卡索是一位大脑功能区域特定论者，梅策尼希告诉我，蒙特卡索深受赖胥利实验的困扰，他不愿意相信可塑性，他要每件事永远在它

应该在的地方。蒙特卡索知道这个实验对人怎么看大脑是一个重要的挑战，他认为赖胥利是一个言过其实的人。

神经科学家愿意接受休伯和威塞尔的发现，承认在婴儿期大脑有可塑性，因为他们接受婴儿大脑还在发展中的观念。但是他们排斥梅策尼希的说法，大脑的改变可以持续到成年期。

梅策尼希把身体往后仰靠在椅背上，以近乎哀悼的表情回忆说："我有所有为什么应该相信大脑可塑性不是这样的理由，但是这些理由在一周内都被推翻了，因为证据指出的并不是这样。"

未发表的重要观点

梅策尼希现在只好从已逝的科学家中寻找支持了。他把神经重组的实验写出来，在讨论的部分，他花了好几页的篇幅来说明成人大脑是有可塑性的——不过他没有用可塑性这个词。

不过这个讨论并没有被发表出来，他的顶头上司伍尔西在上面画了个叉，说这太臆测了，太超越数据所指的意义了。当这篇论文被刊登出来时，没有一个字讲到可塑性，只稍微谈到一点外在身体与内在皮质表征上一对一的重组现象，梅策尼希从反对势力中退下阵来了，至少在出版物上是如此。毕竟他只是一个博士后研究员，在别人的实验室中工作，在人屋檐下，哪能不低头。

但是他很生气，他的内心在搅动，他开始想：可塑性可能是大脑的基本特质，演化来让人类在竞争上占上风，它可能是大自然给人类的好礼物。

[1]　波林教授的《心理学史》教科书到现在还在用，因为虽然时代在进

步，但对过去历史的讲解现在仍然没有一个年轻人的功力超得过他。

——译者注

人工耳蜗使聋子听见

1971年，梅策尼希升为加利福尼亚大学旧金山校区（University of California at San Francisco）耳喉科及生理科的教授，这个科系是专门研究耳朵的疾病。现在他是自己的老板了，他开始去做一系列的实验来证明大脑的可塑性的确存在。因为这个领域还是非常有争议性的，所以他用别的比较无异议的名称来做他的可塑性研究，他花了很多时间，可以说20世纪70年代前5年都花在找出不同种类动物听觉皮质的地图上，他帮助其他研究者发明了耳蜗移植，并且改良它，使它趋于完美。

耳蜗是我们耳朵中的扩音器，它位于前庭的旁边，前庭掌管我们的平衡感，就是前面第1章切尔茨受损的部位。当外界制造出一个声音来时，不同的频率会振动耳蜗中不同的毛细胞。我们的耳朵两边各有3000多个这种毛细胞，它们把声音转换成电流的形态，通过听神经传送到听觉皮质去。微电极的大脑地图发现声音是按频率排在听觉皮质上的，即它们像钢琴琴键一样排列组织，低频率在一端，依序往上升，高频率在另一端。

耳蜗移植并不是助听器，助听器是放大声音，让那些耳蜗还有一部分功能的人可以听到，耳蜗移植是给那些因为耳蜗严重受损而聋的人。这个移植替代了耳蜗，将声音转换成电流的脉冲送到大脑。因为梅策尼希跟他的同事不期望能达到装置3000个毛细胞的天然耳蜗的复杂度，所以他们面临的问题是：大脑有可能去解一个非常简陋的仪器所传送过来的码吗？假如可以，那么这就表示听觉皮质是很有弹性的，可以改变自己去适应人工的输入。这个移植器包括声音的接收器、一个把声音转成电流脉冲的转换器，以及一个小电极，外科医生把它放到听神经上，使信息可以从耳朵送达大脑。

20世纪60年代中期，有些科学家对耳蜗移植很有敌意，有些人认为这是一件不可能的事情，有些人认为这会使聋人受到更大的伤害。虽然有危险，聋人还是跃跃欲试，自愿者一大堆，一开始，有些人只听到杂音，另一些人听到一些声调，嘶嘶声，或者一下有、一下无的声音。

梅策尼希的贡献是他以找出听觉皮质地图所学到的知识来决定什么样的信息输入可以帮助接受耳蜗移植的病人解读口语，这个电极又应该插在哪里。他跟通信工程师一起工作，设计出一个可以将复杂的口语转换成带宽较小而又仍然可以辨识得出的信息。他们发展出一个很正确的多渠道移植器，使聋者可以听得见，这个设计成为现在两种主要耳蜗移植器之一的雏形。

大脑内部也遵循“竞争法则”

当然，梅策尼希最想做的是直接研究大脑的可塑性。他决定做一个简单的实验，把所有通往大脑的感觉输入神经都剪断，然后看大脑会怎么反应。他去找在田纳西州范德堡大学（Vanderbilt University）教书的朋友神经科学家卡斯（Jon Kaas），因为他做成年猴子的研究。猴子的手像人类的手一样，有3条主要神经：桡骨神经（radial nerve）、中神经（median nerve）及尺骨神经（ulnar nerve）。中神经主要是传递手掌中间所送出的信息，另外两条是传送手内外侧的信息。梅策尼希剪断了一只猴子的中神经，然后来看中神经的大脑地图会变得怎么样，他做完手术后便回到旧金山去等。

两个月以后，他回到范德堡大学。当他画出这只猴子的大脑地图时，如他所料，中神经的大脑地图区在他碰触猴子手掌的中间部分时，并没有任何反应，但是他很惊讶地看到当他碰触猴子手掌的外围区域时，中神经的地图区竟然活化起来了，也就是说，桡骨神经和尺骨神经的地图区变大了，变得几乎两倍大，侵入了原来中神经的势力范围。这个新的地图仍然是与身体区域相呼应，即身体区域的排列跟大脑中反应区的排列次序相同。这次，他和卡斯把这个结果写成论文，把这个结果称为“奇观”，然后用“可塑性”这个词来解释这个改变，不过他们在可塑性这个词上加了个引号。

这个实验显示假如中神经被剪断，其他的神经会把这个无用的区域占为己用来处理它们自己的输入。当大脑在分配处理的资源时，大脑地图遵循的法则是竞争。资源不足时，大家会抢珍贵的资源，用进废退是唯一的法则。

为什么成人学习新语言这么难

可塑性的竞争本质影响到我们每一个人，在我们的大脑中，无时无刻不在进行战争，假如我们停止使用某种心智技术，我们不但会忘记如何去运作它，连它在大脑地图上的空间也会被我们常用的技术抢走。假如你问你自己：“我要多么频繁地练习法文、吉他或数学来保持优势？”你就在问一个可塑性的竞争问题。你问的是你必须多频繁地去练习一个技术来保证它在大脑中的位置不会被其他技术抢去。

成人的可塑性竞争甚至可以解释我们能力的上限。想想大部分的成年人在学习第二语言上都有困难，现在一般的看法是学语言的关键期已过，我们的大脑已经僵硬，不能做大幅的更改。但是，可塑性竞争的发现显示不仅如此而已。当我们年龄越大，我们使用母语的频率就越高，母语占据我们语言地图的空间就越大。这也是因为我们的大脑有可塑性，我们学新语言才这么难，这个可塑性是具有竞争本质的，母语像暴君一样，不给新语言机会[1]。

但是假如这是真的，为什么在年幼时，学习第二语言又容易呢？难道那时没有竞争吗？并非如此。假如两个语言在差不多同样的时间学习，两者都抢到了地盘，都站稳了脚跟。梅策尼希说，大脑的扫描显示在使用双语的孩子身上，两种语言的语音都共享一个大的语言地图，两种语言都在同一个图书馆中。

可塑性的竞争本质也解释了为什么我们的坏习惯这么难戒掉。我们一般人都把大脑想象成一个盒子，学习就像丢东西到盒子里。当我们要改掉一个坏习惯时，我们以为是把一个新的东西放进盒子里。但事实上是，当我们学会一个坏习惯时，它占据了大脑地图的空间，每次我们重

复这个坏习惯，它又占据更多一点地方，让好习惯更难立足，这是为什么要戒掉一个坏习惯比学它时难10倍，也是为什么童年的教育这么重要：最好一开始就教对，不要等到坏习惯已经做大、有竞争优势了再去拔除它。

[1]　这点在许多留美人士身上可以看到，他们的家乡话四五十年没讲，已经不及第二语言的英语流利了。即便是母语，多年不用，位置还是得让出来给后来者。——译者注

让诺奖得主改变心意的实验

梅策尼希下一个实验，巧妙又简单，却使可塑性在神经科学家之间一炮而红，比它之前和之后的任何实验对扫除可塑性的疑虑都更有贡献。

他找出猴子手在大脑中的地图，然后切除猴子的中指，3个月之后，他发现猴子中指的地图区消失了，食指和无名指已经侵入中指的地盘，把它瓜分掉了。这个实验清楚地展现出大脑地图是动态的，大脑资源的分配是遵循用进废退法则的。

梅策尼希也注意到同种动物会有相似地图，但是从来没有两只同种的动物地图是一模一样的。微电极的帮忙使他看到潘菲尔所没有看到的东西，他同时也注意到正常身体的地图是每几个星期改变一次。每一次他画出的猴子脸部的地图都不一样，可塑性是一个正常的现象，大脑地图是一直不停地在改变的。当他写这篇论文时，他终于用了“可塑性”这个词而不再加引号。虽然他的实验做得这么好，反对势力也并没有一夜间融化。

当他谈到这点时，他笑着说：“让我告诉你当我开始宣称大脑有可塑性时，发生了什么事，我受到敌意的批评。我不知道还有什么别的字眼来说它。论文送出去评审时，我收到这种回应：‘假如这可能是真的话，就真的很有趣，但是它不可能是真的。’好像我在造假似的。”

因为梅策尼希说大脑地图可以改变它的疆域和地点，一直到成年期都可以改变它的功能，所以大脑功能区域特定论的人反对他。“几乎我所认得的每一个主流的神经科学家，”他说，“都没办法严肃地看待这件事，他们说我的实验不够严谨，效果描述得不够明确。但是事实上，这

个实验已经做了很多次，我了解主流派的人是高高在上、自以为是、不听别的声音的，你再怎么讲都没有用。”

表示怀疑的主要人物是威塞尔，虽然威塞尔本身的实验就显示小猫在关键期有可塑性存在，他还是反对成人也有可塑性，他写下他和休伯“坚决相信一旦大脑的联结完成后，它们永远不会变。”他得到诺贝尔奖就是因为他找出了视觉信息在哪里处理，这个发现被支持大脑功能区域特定论的人认为是绝大的胜利。但是，威塞尔现在承认了成人也有可塑性，并且承认有很长一段时间他都是错的。他承认梅策尼希的实验是使他改变心意的实验。当戴着诺贝尔奖光环的人说他改变了他的心意时，即使是最顽固的大脑功能区域特定论者也会低下头来聆听。

“最受挫的事情，”梅策尼希说，“是我看到大脑的可塑性在治疗上很有潜力，尤其在神经病理学和精神医学上，但是却没有人愿意聆听。”

一起发射的神经元会连在一起

因为可塑性的改变是一个历程，梅策尼希知道只有长时间观察大脑的改变，才可能了解它。在剪断猴子手的中神经后，他花了好几个月的时间去做各种地图。

第一张地图的绘制是在他刚一切断神经之后，正如他所预期的，这张地图显示，当他碰触猴子的手掌中间部分时，大脑地图上中神经的地区完全没有反应，但是当他碰触手的两侧时，原来没有反应的中神经地图区域就马上活化起来，桡骨神经和尺骨神经现在占据了中神经的区域了。这个地图改变得这么快，使人以为它是一直隐藏在某处，这时才突然出现。

在手术完的第22天，梅策尼希再做桡骨神经和尺骨神经的地图，这时长得更细致了，已经扩张到整个中神经的地盘。

到第144天时，这个地图就跟正常地图一样细致，所有的细节都存在了。

通过长期观察及绘制地图，梅策尼希观察到新地图如何改变疆域，变得更细致，在大脑中迁移。有一次，他甚至看到整片地图不见了，像沉入海底的亚特兰提斯（Atlantis）古城一样。

假如一片全新的地图可以出现，这表示底下的神经元一定在做全新的联结，要把这个观念解释清楚，梅策尼希借用了一位加拿大行为心理学家海伯（Donald Hebb）的观念。海伯曾经跟潘菲尔一起共事，是一名非常了不起的科学家。在1949年时，海伯提出学习会使神经元产生新联结的观念，他认为当两个神经元持续同时发射（或是一个发射，引起

另一个神经元也发射）时，这两个神经元都会有化学上的改变，因此这两个神经元就会紧密地联结在一起。海伯的理论其实在60年前弗洛伊德就曾提过，后来加利福尼亚大学的神经科学家谢兹（Carla Shatz）把它综合成一句神经学上的名言：一起发射的神经元会连在一起。

海伯的理论是说神经元的结构可以因经验而改变，海伯之后，梅策尼希的新理论是大脑地图上的神经元会因它们在同一时间一起活化而联结得更紧密。梅策尼希想，假如地图可以改变，那么那些天生大脑有问题的人就有希望了，那些有学习障碍的人、有心理问题的人、中风的人和有脑伤的人，他们可以建构新地图，形成新联结，只要他们能使健康的神经元一起发射，使它们连在一起。

改变猴子手部的大脑地图

从20世纪80年代后期开始，梅策尼希设计或参与设计了许多实验来找出大脑地图的时间性，及如何操控信息输入的时间性来改变它的疆域及功能。

在一个非常聪明的实验里，梅策尼希绘出一只正常猴子的手部大脑地图后，他把猴子的两根指头缝在一起，使它动时，两根指头同步活动。几个月后，这两根手指的地图边界消失了，变成一个地图了，也就是说，对大脑来说，这两根手指头变成一根了，碰触两根手指中的任何一根，整个地图都会活化起来。这个实验显示信息输入地图的时间性是很重要的，因为手指的皮缝在一起了，使它们一直同时做一件事，一起发射的神经元会连在一起，形成单一的地图。

其他的科学家在人类身上测试了梅策尼希的发现。有些人天生手指就是连在一起的，这种叫蹼指症候群（webbed-finger syndrome），当科学家扫描这种人的大脑时，发现他们只有一张大的手指地图。

在外科医生用手术分割这些连在一起的手指后，科学家再次扫描他们的大脑，结果两个清楚边界的地图出现了，因为医生分割了两根手指头，当它们可以独立运动时，神经元就不再同步发射，手指的边界就分出来了。这里显示另一个可塑性的原则：假如在时间上分开送抵神经元的信号，你就创造了不同的大脑地图。在神经科学上，这个发现现在被称为不在一起发射的神经元不连在一起，或是不同步发射的神经元无法相连。

在下面一个实验，梅策尼希创造了一个不存在手指的地图，这根手指跟其他的手指是垂直的。实验者同步刺激猴子的五根手指头，一天

500次，连续一个月，在此期间这只猴子是不能单独用任何一根手指头的（被套住了无法单独行动），很快猴子大脑地图就出现一个椭圆形的新地图，五根手指已融合成一个了。这个新地图跟其他手指地图垂直，而且所有的指尖部分都在里面，旧的手指地图因为没有在用，已经开始消散了。

在最后也是最聪明的实验中，梅策尼希和他的团队证明这个地图跟解剖上的生理位置是没有关系的。他们从一根手指上取下一小片皮肤，而这皮肤通往大脑地图的神经还连在皮肤上，然后用手术把这片皮肤移植到旁边的那根手指上。现在每次移植了皮肤的手指头在动或触摸时，这片皮肤的神经会被活化，根据功能区域特定论的模式，这片皮肤的刺激应该通过神经送到大脑中它原来的手指地图上，但是当梅策尼希的团队刺激这片皮肤时，新指头的地图活化了，这片皮肤的地图已经从原来的指头迁移到新指头上去了，因为这块皮肤和这根新指头是同步发射的。

大脑如何组织自己

在短短的几年之间，梅策尼希发现成人的大脑有可塑性，说服了原本不相信的科学界，证明了经验可以改变大脑，但是他还有一个重要的谜没有解开：大脑是如何组织它自己使它在组织上和功能上对我们有用的。

当我们说大脑地图是按照外面身体部位组织的，我们是说中指是位于食指和无名指之间，而大脑地图上也是如此，中指的地图是位于食指和无名指的地图之间。这种地形学上的安排是比较有效率的，因为常常要用的东西放在附近比较好拿，常常一起工作的大脑部位连在附近，神经信号不需要走到大脑的远程去，效果比较好。

梅策尼希的问题是，这些地形上的次序是怎么在大脑地图上出现的？他和他的团队找出答案的方式真是很天才。地形上次序的出现是因为我们日常生活的许多动作都有重复性，它的次序大多是固定的。当我们拿起一颗苹果或一个棒球时，通常会用大拇指和食指把它拿起来，然后再用其余的手指把它包裹住，因为大拇指和食指常常都是一起动，几乎同时把信号送到大脑，所以大拇指和食指的大脑地图就会很靠近（一起发射的神经元会连在一起）；当我们继续用手指头去包住物体时，我们的中指会接触到它，所以中指的地图会在食指的旁边。我们抓东西一般的顺序是大拇指第一，食指第二，中指第三，当在日常生活中，这个顺序被重复千百次之后，大脑地图也就变成大拇指旁边是食指，食指旁边是中指了，那些比较不会同时到达的信号，如大拇指和小指，在地图上的距离就会比较远了，因为不在一起发射的神经元是会分开的。

大部分大脑的地图是依照一起发生的概率在空间上组织在一起的，

我们在前面看到听觉皮质的组织方式就很像钢琴，依频率排列，低的在一端，高的在一端，为什么这么有次序？因为在大自然中，低频率的声音常常在一起出现，当我们听到一个人有些低沉声音时，他所发出的大部分声音是低频率的，所以它们就会被归在一起组织成一个团体了。

训练让神经元效率更高

当简金斯（Bill Jenkins）加入梅策尼希的团队时，研究又开启了一个新的方向，他帮助梅策尼希将他的发现发展成实际应用。简金斯是个行为心理学家，对人类如何学习特别有兴趣，他建议这个团队教动物学习，然后观察学习如何影响神经元和地图。

在一个基本的实验里，他们先绘出动物感觉皮质的地图，然后训练它用指尖去碰触一个旋转的圆盘10秒钟，此时用的力要刚刚好，太重会阻止圆盘继续转，一旦维持10秒钟后就有一些香蕉可吃。这个作业需要猴子全神贯注，学习如何非常轻地碰触圆盘，而且要正确地判断10秒到了没有。经过几千次的练习后，梅策尼希和简金斯重新测量猴子的大脑地图，发现猴子手指尖端的地图变大了，因为它们必须学习如何用刚刚好的力量去碰触圆盘（才有东西吃）。这个实验显示当动物有动机要学时，大脑会弹性地对学习的需求作出反应。

这个实验同时显示当大脑地图变得更大时，个别神经元也经由两个阶段变得更有效率。一开始，当猴子在接受训练时，手指尖的地图变大占去更多的空间，但是一阵子以后，地图里的神经元就变得更有效率，最后，只要比较少的神经元就可以做同样的工作了。

当一个孩子学习弹钢琴时，第一次，他会用全身的力量，如手腕、手臂、肩膀等去弹每一个音符，甚至脸上的肌肉都会绷得紧紧的，很快，他就会只用指尖去弹，再久一点，他就发展出优雅轻松的方式轻触琴键，行云流水般地弹奏。这是因为孩子从用很多的神经元到只用恰当的神经元来做同一件事，当我们对某一个作业越来越精通时，神经元的效率也越来越高，这就是为什么我们在练习时或增加新的技能到学习单

上时，不会很快地用光所有的空间。

梅策尼希和简金斯也看到在练习时，个别的神经元会变得比较有效率。大脑触觉地图中的每一个神经元都有它自己的“感受区”（receptive field），这是皮肤表面的一小片，专门把这个区域所接受到的信息送到这个神经元处理。当实验者训练猴子去碰触圆盘时，每个神经元的感受区只有在被碰触时才会发射，所以虽然大脑地图区域会扩张，在地图中的每一个神经元其实负责比较小的皮肤表面，使动物可以有更细的触觉分辨能力，所以这个地图就变得更精确了[1]。

梅策尼希和简金斯也发现神经元经过训练后，变得更有效率，处理的速度变得更快。这表示我们思考的速度也是有弹性的，思考速度对我们的生存非常重要。事情通常发生得非常快，假如大脑速度很慢，它会来不及看到很多重要的信息。在一个实验里，梅策尼希和简金斯成功地训练猴子分辨越来越短的声音。受到训练的神经元发射得更快去响应声音，处理信息的时间更短，在两次发射之间需要更少的时间“休息”[2]。因为思考速度跟智能也很有关系，智力测验就像生命一样，它不但测量你是否答对答案，也要看你花多少时间才答对它。

他们同时也发现当训练一只动物去做某一项技能时，不但跟这项技能有关的神经元发射得会比较快，也因为速度快，信号会更清楚。更快的神经元会因更可能彼此同步发射（变成更有默契的队友）而连接得更紧密，使这个团队的神经元送出更清晰、更强的信号。这一点很重要，因为更强的信号在大脑中的作用就更大。当我们要记住什么东西时，我们必须听得很清楚或看得很清楚，因为只有原始的信号清楚时记忆才可能正确。

最后，梅策尼希发现专注力跟长期的大脑改变有很大的关系，在很

多实验里，他都发现只有当猴子全神贯注地做一件事时，长久的改变效果才会出现。当动物很自动化地在做一件事情，没有专心去注意时，它们的大脑地图会改变，但是这个改变不会长久。我们常常称赞一个人可以一心多用，你当然可以一心多用地学习，但是一心多用不会使你的大脑地图产生永久的改变。

[1] 感受区变小，精准度才会提高。——译者注

[2] 神经元不能一直发射，每次发射完必须有短暂的休息（一个神经元休息的时间很短，是以毫秒计算的），但是因为一组神经元发射的时间并不完全相同，因此它会像打排球一样，球一直在空中传，但是甲休息时，乙接过去发射，信息的处理并没有中断，这是大家通力合作的结果。——译者注

有语言困难的孩子

当梅策尼希还是个小男孩时，他母亲的表亲，一位在威斯康星州小学教书的老师被选为全美的模范教师，在白宫领完奖后，她去奥瑞岗州探访梅策尼希的家人。

“我母亲，”他回忆说：“问了一个最白痴的问题，‘你在教书这么多年的过程中，什么是你最重要的原则？’她的表姐说，‘在他们进步时，你测验他们，你估计他们的程度，假如他们天资很好，你就花时间在他们身上，而不要浪费时间在那些不可教的孩子身上。’这是她说的，你知道，这多少反映出人们怎么对待孩子，实在难以想象认为你的大脑资源是永久性地固定了，不能改进、不能改变的这种看法，对孩子的伤害有多大。”

梅策尼希现在注意到新泽西州立罗格斯大学（Rutgers University）的塔拉（Paula Tallal）博士的研究，塔拉开始分析为什么孩子阅读有困难，在美国有5%~15%的学前儿童有语言困难，这使得他们阅读写作甚至听从指示都有困难。有的时候，这些孩子被称为“失读症者”（dyslexic）。

婴儿开始学说话时，是从练习子音-元音如da、da、da和ba、ba、ba开始的，在许多语言里，婴儿的第一个词就是这种子音-元音的联结体。在英文中，婴儿的第一个词常常是mama和dada、pee pee等。塔拉的研究发现语言有困难的孩子有听觉处理上的问题，他们没有办法正确地复制出这些话来。

梅策尼希认为这些孩子的听觉皮质神经元发射得太慢了，所以他们没有办法分辨两个非常相似或非常靠近的声音哪个是第一个音，哪个是

第二个音。通常他们会听不见一个音节开始的那个音或是音节中改变的音，正常的神经元在处理一个声音之后，只要30毫秒的休息便可以再发射，但是80%语言障碍的孩子要3倍以上的休息时间，神经元才可以再发射，所以他们失去了很多语言信息。当他检视他们的神经发射形态（pattern）时，发现他们的信号并不清楚。

“它们是模糊地进来，模糊地出去。”梅策尼希说。听得不清楚使得所有的语言作业都很弱，他们的词汇弱，理解弱，说话、阅读、书写都弱。因为他们花很多的时间做词的解码，所以他们讲的句子都很短，这样就没有办法练习记忆长的句子，他们的语言处理就比较像孩子的，或迟缓的，他们仍然需要练习区分da、da、da和ba、ba、ba。

当塔拉最初发现问题所在时，她担心这些孩子没有办法补救，就好像瓷器打破了，没有办法补救一样，你怎么去补救大脑的缺陷呢？当然，这是在她与梅策尼希见面之前的想法。

拯救失读症孩子的大脑

1996年，梅策尼希、塔拉、简金斯及塔拉的同事心理学家米勒（Steve Miller）创立了“科学学习”（Scientific Learning）公司，这家公司是用神经可塑性的研究来帮助人们重新设定他们的大脑。他们的总公司设在加利福尼亚州奥克兰（Oakland）的市中心，有着120英尺挑高的玻璃圆顶，边缘漆以24K的金叶，当你进入这幢大楼时，你好像进入了另一个世界。这个公司的员工包括儿童心理学家、可塑性研究者、人类动机的专家、语言治疗师、工程师、计算机程序设计师及动画制作者。他们在自然的光线下工作，抬起头就可以看到金碧辉煌的圆顶。

Fast ForWord正是他们发展出来训练有语言障碍及学习障碍孩子的课程，这个课程训练非常基本的大脑语言功能，从解语音的码一直到理解力——一种横跨皮质的训练。

这个课程包括7个大脑练习，一个是教孩子如何去分辨短音和长音。一头母牛飞越计算机屏幕，发出哞（moo）的声音。孩子必须用计算机的鼠标在母牛飞过屏幕之前捉住它（按鼠标键），突然之间，哞声音的长度改变了一点点，这时孩子的手必须放开鼠标让母牛飞走。假如这孩子能在母牛哞声一改变时就立刻松手就会得分。在另外一个游戏里，孩子练习辨认很容易混淆的子音-元音音节，如ba和da。一开始时，速度比一般正常语言中出现的慢，然后慢慢加快。另一个游戏是听越来越快的滑音（glides），如Whooooop[1]。另一个是教他们记忆声音，然后找这个音的配对。所有的教材中都用到快速语音部件（fast parts of speech），一开始时是利用计算机帮助，先慢下来，再逐渐加快，使有语言障碍的孩子可以听得见并发展出清晰的语音地图，然后，慢慢地把速度加快。当目标达成时，动画中的动物开始吃答案，吃得太

撑了，不消化，脸上露出可笑的表情，或是作出奇怪的动作来吸引孩子的注意力。这个“回馈”非常重要，因为每一次孩子得到回馈，他的大脑中会分泌神经传导物质，如多巴胺（dopamine）和乙酰胆碱（多巴胺增强回馈报酬，乙酰胆碱帮助大脑加深印象，增强记忆），这会帮助固定他刚刚改变的地图。

有轻微障碍的孩子每天做Fast ForWord的练习1小时40分钟，每周5天，持续好几周，而比较严重的孩子则需8～12周。

第一个研究的结果发表在1996年1月的《科学》（Science）期刊上，他们将有语言障碍的孩子随机分成两组，一组进行Fast ForWord的练习，一组是控制组，玩一样的计算机游戏，但是没有训练处理时间或听放慢速度的语音。这两组在年龄、智商及语言处理的技能上都一样，结果，做Fast ForWord练习的孩子在标准口语测验、语言和听觉处理测验上的进步都很大，成绩跟正常的孩子一样，甚至更好，在训练完6周后再测验一次，成绩还是一样的好，他们比控制组的孩子进步得多的多。

后来的实验是追踪35个地点（如医院、家庭和诊所）500名孩子的进步情形，他们都在接受Fast ForWord训练之前和之后做标准语言测验，研究发现大部分的孩子在接受过Fast ForWord训练后在理解语言的能力上都达到正常人的程度，许多孩子甚至于高过正常人。受过这个训练6周的孩子平均来说，在语言发展上往前推进了1.8年。这是一个非常了不起的进步。斯坦福大学的研究团队扫描了20个失读症孩子的大脑，比较他们接受训练之前和之后大脑的改变，结果发现在接受训练之前，这些孩子使用与正常孩子不同的大脑区域来阅读，在接受训练之后，他们的大脑开始正常化（例如，一般来说，他们左边颞叶-顶叶皮质的活动量增加了，而且它们活动的形态与正常没有阅读障碍的孩子一样）。

威利的改变

威利是一个来自西维吉尼亚州的7岁孩子，他有着满头的红发和满脸的雀斑，他是童子军团的童子军，喜欢去大卖场逛街，虽然只有4英尺高，却很喜欢摔跤，他刚完成Fast ForWord的课程，觉得自己改变了，已经脱胎换骨。

“威利主要的问题是听不清楚别人讲的话，”他的母亲解释道：“我可能在说Copy，他却听成Coffee。假如环境很嘈杂，那么他就听得更不清楚了。他去念幼儿园的时候就感觉很受挫了，你可以感到他的不安全感，他养成紧张的坏习惯，如咬他的衣服、袖子，因为每一个人都能答对，只有他答错，1年级的老师甚至建议他留级。他在阅读上有困难，包括默读和朗读。

“威利不能正确地听出声调的改变，所以他不知道一个人是在惊呼还是一般地说话，因此他很难阅读别人的情绪，缺乏高、低声调的区别，他听不出别人兴奋时所说的哇（Wow），就好像每件事情都是一样的情绪，一样的平淡。”

他母亲带他去找听觉专家，被诊断为“听力困难”（hearing problem），认为是源自大脑的听觉处理失常。他没有办法记住字符串，因为他的听觉系统很容易就满了，装不下了。如果你叫他做3件事：把鞋子收好，放到楼上的鞋柜里，然后下来吃晚饭，他会忘记。他会把鞋子脱掉，到楼上去，然后喊说，“妈，你要我做什么？”老师需要一直重复要他做的事，虽然他看起来是一个天分很高的孩子，他的数学很好，但是他的听力困难使他无法进步。

他的母亲不愿意让威利留级，重读1年级，所以在那个暑假把威利

送来Fast ForWord上8个星期的课。

“在他没有上Fast ForWord的课之前，”他母亲说，“你把他放在计算机前面，他会感到压力，上了这个课以后，他每天花100分钟用计算机，整整上了8个星期，他很喜欢这个课程，尤其喜欢他们的得分系统，因为他可以看到自己一直在往上，往上爬。当他进步以后，他可以听出来句子的抑扬顿挫，比较了解别人说话的情绪，比较不那么焦虑了。他改变了那么多，当他把期中考试成绩带回家时，他说：‘妈咪，这比去年好了太多。’他开始拿A和B……这真是显著的差异，现在他说：‘我可以做这个了，这是我的成绩，我可以做得更好。’我觉得好像我的祈祷被听到了，被响应了。这个课程对他帮助之大真是令人不敢相信。”一年之后，威利仍然继续在进步。

[1] 滑音为甲音到乙音移动时，自然产生的轻音如length[lɛŋkθ]中的[k]音。——译者注

时间处理能力

梅策尼希的团队开始听说Fast ForWord有其他附加的作用出现，如孩子书写进步了，以及比较能专心，梅策尼希认为这些益处会发生是因为这个课程增进了一般性的心智处理能力。

我们一般都没有注意到大脑有一项很重要的能力，即决定一件事要花多久时间，所谓的“时间处理”（temporal processing）。假如你不能决定这个事件要持续多久，你就不能作出恰当的动作，得到恰好的视、听知觉或作出恰当的预测，梅策尼希发现假如训练人去分辨皮肤上非常快的震动刺激（只有75毫秒），这个人就能分辨出75毫秒的声音。似乎这个课程改进的是大脑的一般性判断时间的能力，有时这个进步也会延伸到视觉处理历程，在上这个课之前，威利在玩一个“找出哪样东西放错了位子”的游戏，如鞋子在树上，罐头在屋顶上时，他的眼睛会四处游荡，他是想一次看整张图，而不是一次看一点地扫描。在学校里阅读时，他会跳行，在上完Fast ForWord的课后，他的眼睛不再在纸上跳来跳去随便乱找，他现在可以集中他的视觉注意力了。

很多孩子在上完这些课程后，不但语言、说话、阅读的能力有进步，连数学、科学和社会科学的成绩都有进步。或许是这些孩子现在可以在课堂上听得比较清楚或是读得比较清楚，但是梅策尼希认为其中的原因可能更复杂。

“你知道，”他说，“智商也提高了，我们用的是矩阵测验，这是一个以视觉为基础的智力测验，所以智商上升了。”

智商的视觉部分提高了，表示智商的提高并不是仅仅因为Fast ForWord改进了孩子阅读语言测验题目的能力。他们一般心智处理的能

力也增加了，这可能跟时间处理能力的改进有关。他们对一个字或一个句子的时间性比较抓得准了，另一个没有料到的好处是，它对自闭症的孩子也有帮助。

自闭症与语言障碍

自闭症是精神医学到现在还不知原因的儿童发育障碍，这些孩子不了解别人的心智情况，而且这种不正常渗透到发展的许多层面，是一种广泛性发展障碍（pervasive developmental disorder），它侵害到智力、知觉、社会技能、语言和情绪。

大部分的自闭症儿童智商低于70，他们主要的问题在于跟别人互动的社会行为上，严重的自闭症会把别人当作没有生命的物体，也不打招呼，也不把他们当人看待，好像他们不知道这些人也有心智存在。他们同时也有知觉上的问题，通常是声音和触觉超级敏感，他们的感官负荷量好像一下子就超载了（这可能是自闭症孩子通常避免跟别人眼神接触的原因，对他们来说，从人而来的刺激，尤其从感官来的刺激实在太强了，他们不能负荷），他们的神经网络看起来是太过活化，很多自闭症孩子有癫痫。

因为这么多自闭症孩子有语言上的障碍，许多临床治疗师就开始转介他们去上Fast ForWord的课程，他们当时对这个课程并没有抱很大的希望。后来这些孩子的父母告诉梅策尼希说孩子变得比较愿意与别人交往了。他开始问，是这些孩子被训练得比较知道别人在说什么，比较注意的关系吗？他对这个课程可以同时帮助语言障碍和自闭症的孩子很感兴趣，语言的症状怎么会跟自闭症的症状搅和在一起呢？有可能语言障碍和自闭症是源于同一根源的两种外在表现上不相同的病吗？

两个自闭症的研究确定了梅策尼希的怀疑，一个研究是Fast ForWord的课程很快地把严重语言缺失的自闭症孩子提升到正常的层次，另一个对100名自闭症受试者的研究显示注意力广度有增加，幽默

感也增加了，他们跟别人的互动有改进。他们发展出比较好的眼神接触，开始跟别人打招呼，用名字称呼人，跟人寒暄，最后还会说再见。这些孩子好像开始知道外面世界的人也跟他自己一样，是有心智的。

劳拉莉的改变

劳拉莉是一个8岁的自闭症女孩，3岁时被诊断为中度自闭症，即使已经8岁了，她还是很少用语言，叫她也不回应，她父母说她就好像根本没有听见似的。有的时候她会开口说话，但是她有她自己的语言，别人听不懂，假如她要喝果汁，她不会说她要，她会把她父母拉到放果汁的地方，用手势表达她的愿望。

她还有别的自闭症症状，例如一直做重复的动作，有人认为这是自闭症患者用来对抗感觉器官负荷过量的方式，她母亲说：“劳拉莉的这种重复行为是全套的━翻拍手掌，脚尖走路，精力充沛，咬指甲，咬衣服，但是她不能告诉我她的感觉是什么。”

她非常喜欢树，当父母黄昏带她去散步以消耗她多余的精力时，她常常会停下来，摸树、抱树，跟树说话。

劳拉莉对声音非常的敏感，“她有超人的耳朵，”她母亲说，“她小的时候，常常用手盖住耳朵，她不能忍受收音机里的某些音乐，例如古典音乐和歌舞剧的音乐。”在儿科医生的候诊室中，她可以听到别人听不到的声音，如楼上房间的声音。在家里，她会把洗脸盆装满水，然后蹲下去，抱住排水管，听水流下去的声音。

劳拉莉的父亲是海军，2003年时被派到伊拉克去打仗。当她们家搬到加利福尼亚州时，劳拉莉进入当地小学的特教班，那个班上采用了Fast ForWord的课程，她当时是以一天两小时，共8周时间完成这个课

程。

“当她完成这个课程后，她的语言爆炸了。”她母亲说，“她开始说越来越多的完整句子，她可以告诉我今天在学校的情形，在那之前，我只能问：‘你今天在学校是好还是不好？’现在她可以告诉我她做了什么，她记得那些细节，假如她碰到困境，她可以告诉我，我不必一直用各种方式追问，像以前一样拼凑出发生了什么事。她也发现比较容易记住事情。”劳拉莉以前就喜欢阅读，但是她现在可以看比较长的故事书、非故事类的书及百科全书了。“她现在可以听比较安静一点的音乐，比较可以忍受收音机中的音乐了。”她妈妈说，“这好像把她从睡梦中唤醒一样，她跟别人的互动有改善时，对我们所有的人来说，都好像被唤醒了一样，这真是上天的赐福。”

关键期提前关闭了

梅策尼希决定，如果要更深入地了解自闭症和它很多的发展迟缓，他必须再回到实验室中去，他认为要了解自闭症最好的方式是创造出一只自闭症的动物[1]。梅策尼希要找出一个方式使正常的猴子在各方面的发展上迟缓，像自闭症儿童一样，然后他可以研究这只动物并治疗它。

梅策尼希开始考虑“童年的创伤”（infantile catastrophe）。他有个感觉，这些孩子在婴儿期时，一定有某些事出错了，婴儿期是大部分关键期发生的时候，可塑性最强，大量的发展也在这个时期完成。但是自闭症基本上是个遗传问题，同卵双胞胎中，如果一个有自闭症，另一个也有的概率提高到80%~90%。假如是异卵双胞胎，一个是自闭症，另一个有语言和社会问题的概率也比较大。

然而，自闭症的案例已经爬升到光是基因不足以解释的地步了，当自闭症在50年前第一次被发现时，5000人中大约有1名患者，现在是5000人中有15名了。这数字上升得这么快，一部分的原因是大家比较知道什么是自闭症，所以诊断出来的概率升高了，另一部分的原因是一些孩子被贴上了轻微自闭症的标签以得到免费的治疗。“但是，”梅策尼希说，“即使所有的这些原因都拿掉，它还是在过去15年内爬升了3倍。鉴于自闭症的危险因素，它是世界性的危机现象。”

他认为可能是环境因素在影响这些孩子的神经回路，迫使他们的关键期在大脑地图还没有全部分辨清楚时提早关闭。当我们出生时，我们的大脑地图还是一张很粗略的简图或是草稿，还没有细节，还未分化完成。在关键期时，我们的大脑地图结构会因为第一次的外界经验开始成形，这个简图慢慢精致化、添上枝叶，变成我们正常的大脑。

梅策尼希和他的团队用微电极去绘出初生老鼠的大脑地图在关键期是如何形成的。刚出生，在关键期刚开始时，老鼠的听觉皮质地图是没有分化的，皮质上只有两块大大的区域，一半的地图对所有高频率起反应，另一半的地图对所有低频率起反应。

当老鼠在关键期内听到某个特定频率时，刚刚那个简单的组织就改变了，假如老鼠是重复地听到高C音，不久之后，有几个神经元会被C音活化，变成只对C音反应。同样地，当动物重复听到D音、E音、F音时，某些神经元也会变得只对这几个音特别做反应。现在地图就不是只有两大块了，它有很多的区块，每一块对不同的音起反应，这个地图已经分化了。

关键期的皮质很了不起的地方在于它是这么有弹性、有可塑性，只要让它接触新的刺激，它的结构就可以改变。这种敏感度使得在语言发展关键期内的婴儿及幼儿可以毫不费力地学习新的语音和字词，他们只要聆听父母说话就可以了，只有听就足以使他们的回路联结变得不一样。当然，在关键期之后，大一点的孩子和成人一样可以学习语言，但是他们必须专心学习并下苦功才行。对梅策尼希来说，关键期的可塑性及成人的可塑性差别在：关键期时，大脑只要接触到外面世界的刺激就可以改变，因为学习的机制是一直开着的。

这个学习机制一直保持开着的状态是有生物上的原因的，因为婴儿不可能知道什么将会是生活上重要的东西，所以他对所有东西都很注意。只有大脑已经有点组织了，他才知道什么是该注意的，什么是不重要的。

[1]　在了解疾病的成因和治疗方法时，科学家都是先建构出动物模式，如《唤醒冰冻人》（远流出版）书中就提到为了寻找帕金森症的治疗方

法，他们成功地制作出一只帕金森症的猴子，通过动物实验，找出致病的可能原因及疗法，许多研究无法用活人来做实验，只能用跟人类在研究目标上特定功能和大脑组织很相近的动物来替代，因此找出动物模式就等于解决一半的问题了。——译者注

大脑衍生神经胜肽的重要角色

要了解自闭症，梅策尼希需要知道的下一个线索来自丽塔·列维-蒙塔尔奇尼（Rita Levi-Montalcini）所做的一系列实验。列维-蒙塔尔奇尼是犹太人，1909年生于意大利的杜林（Turin），并在杜林念医学院。1939年当墨索里尼禁止犹太人行医和进行科学研究时，她逃到比利时的布鲁塞尔（Brussels）继续她的研究。当纳粹进攻比利时时，她回到杜林，并且在她的卧室建了一个秘密实验室来研究神经的生长，她用缝纫的针来制造微电子显微镜外科手术所需要的仪器。当1940年盟军轰炸杜林时，她逃到匹德蒙（Piedmont）。1940年的一天，她坐在由运牛的车厢改成乘客车厢的火车地板上，去北意大利的小村庄时，她读到一篇汉伯格（Viktor Hamburger）所写的科学论文。汉伯格是这个领域的先锋，他研究小鸡胚胎神经的发展。列维-蒙塔尔奇尼决定重复这个实验，她在山居小屋的桌子上，用附近农夫提供的鸡蛋开始了一系列研究。当她完成实验后，她就把这颗鸡蛋吃掉，一点都不浪费。战争结束后，汉伯格邀请列维-蒙塔尔奇尼参加他的团队，跟他一起在美国的圣路易（St.Louis）做研究，他们发现小鸡的神经纤维在有老鼠肿瘤在旁的情况下发展得比较快。列维-蒙塔尔奇尼认为肿瘤可能分泌一种物质去促进神经的生长，在生物化学专家科恩（Stanley Cohen）的帮助下，她分离出这种促使神经生长的蛋白质，她把它叫作神经生长因素（nerve growth factor，NGF），列维-蒙塔尔奇尼和科恩在1986年共同拿到诺贝尔生理学或医学奖。

列维-蒙塔尔奇尼的研究引导出一系列神经生长因素的发现，这其中，大脑衍生神经胜肽（brain-derived neurotrophic factor，BDNF）引起了梅策尼希的注意。

BDNF在关键期大脑可塑性的改变上扮演了重要的角色，梅策尼希认为它至少有4个不同的方式。

当我们做一个行为需要特定的神经元一起发射时，它们会分泌BDNF，这个生长因素使神经元之间的联结“固化”，帮助它们连接在一起，使它们在未来能更可靠地一起发射，BDNF同时也促进每个神经元外面那一层薄薄的脂肪生长，这会加速电流信号在神经上的传导速度。

在关键期时，BDNF会启动大脑中使我们专注注意力的基底神经核（nucleus basalis），使它一直活化到关键期结束。一旦被活化，基底神经核不但使我们专注，还使我们记住我们的经验，这使得大脑地图得以分化，并有效地改变地图形状。梅策尼希告诉我：“这就像有一个老师在大脑中说，‘这是非常重要的，你们一定要记住，考试时会考的。’”梅策尼希把基底神经核和注意力系统叫作可塑性的调节控制系统，当这个神经生化系统启动后，会使大脑保持在一个非常有弹性、可改变的状态。

BDNF最后的一项功能是当它已经完成重要神经联结的强化后，会帮忙关掉关键期。一旦主要的神经回路连接完毕，这个系统需要的是稳定，所以可塑性就比较少。当BDNF分泌得很多时，它会关掉基底神经核的开关，结束不花力气、轻松学习的神奇学习时代，后来，这个神经元只有在关键时，惊异的或新奇的东西出现时，或是我们努力用心专注去学习时才会再被活化。

过度活化的脑

梅策尼希对关键期以及BDNF的研究使他发展出一个理论来解释为什么自闭症会有这么多不同的问题出现。他认为在关键期的时候，有一

些情况使有自闭症基因孩子的神经元过度兴奋了，使大量的BDNF被释放出来，过早地关掉了关键期，把那些还没有完全连接好的神经回路给封住了，所以孩子的许多大脑地图都还没有分化完成，造成全面性的发展失常。他们的大脑是过度兴奋、过度敏感的，假如他们听到一个频率的声音，整个大脑的听觉皮质都活化起来。这似乎就是劳拉莉的情形，当她听见音乐时，要用手把两边耳朵都盖起来，因为她不能忍受听觉皮质全部大量活化带来的刺激。其他自闭症的小孩也有对触觉超级敏感的，即使衣服上的标签碰触到他们的皮肤也让他们感觉好像在受酷刑。梅策尼希的理论同时也解释了自闭症的高癫痫比率：因为BDNF的过早大量分泌，他们的大脑地图还未分化完成，这么多大脑的联结都还没有区分好、增强好、固定好，一旦有几个神经元发射，会带动全脑乱活化。这也能解释为什么自闭症的孩子脑比较大——这会使神经元外面包覆的那层脂肪增加。

都是噪声惹的祸

假如BDNF的分泌会导致自闭症和语言困难，梅策尼希需要知道什么东西使得年幼的神经元过度兴奋，分泌出大量的BDNF来。

有好几个研究使他警觉到环境因素的影响。其中一个研究显示，住得越靠近德国法兰克福（Frankfurt）机场的孩子，他们的智商越低；另一个实验研究住在芝加哥靠近高速公路的公民住宅区的孩子，发现公寓越靠近公路，孩子的智商越低。梅策尼希开始怀疑新的环境危险因素（如噪声）对每一个人健康的影响，尤其是那些天生有基因倾向的孩子，他们受的伤害更大[1]。持续的背景噪声（例如飞机、汽车或机械不停震动所发出的噪声）包括了许多频率，这对听觉皮质是很大的刺激[2]。

“在持续不断的噪声环境中长大的婴儿，都很絮聒、吵闹。”他说。在现在的生活中，白噪声无所不在，计算机、冷气机、暖气机的风扇，汽车引擎的声音，这些声音又怎么影响大脑的发展呢？梅策尼希需要找出答案。

为了测试他对于噪声的假设，他的团队将刚出生的小老鼠放在白噪声的环境中长大，直到关键期过后才去检查它们的大脑皮质，结果发现严重不正常。

“每一次你听到一个声音，”梅策尼希说，“你就使听觉皮质的每一个神经元兴奋了，这么多的神经元一起发射就分泌了大量的BDNF。”就如他的模式所预期的，暴露在连续性的噪声底下使关键期提早关闭了。这只动物的大脑地图没有分化完成，只要有任何频率的声音进来这些没有分辨力的神经元都会一起发射。

梅策尼希发现这些小老鼠，就像自闭症的孩子一样，比较容易犯癫痫，正常的语言环境就会引起他们的癫痫发作[3]。梅策尼希现在有了他的自闭症动物模式了。

最近大脑扫描的研究支持了梅策尼希的假设，自闭症孩子在处理声音时的确不正常，梅策尼希认为没有分化的皮质可以解释为什么他们学习有问题，因为他们的大脑皮质没有分化完成，无法集中注意力。当老师要他们集中注意力时，他们的大脑一片混乱，嘈杂不堪，这是为什么自闭症的孩子不能忍受外面世界，会退缩到他们自己的壳中。梅策尼希认为这种情形更轻微的形式可能是更常见的注意力障碍的原因。

重新分化皮质地图

现在梅策尼希面临的问题是：在关键期之后，有可能把这些没有分化的大脑地图正常化吗？假如可以，这会给自闭症的孩子带来希望。

他们第一步先用白噪声使老鼠的听觉皮质地图不分化，然后，在伤害造成后，他们用单音，一次一个音，重新分化听觉皮质地图，使它正常化。事实上，通过训练，他们使老鼠的地图在正常化之上。“这正是，”梅策尼希说，“我们想对自闭症孩子做的事。”他目前正在修改Fast ForWord的计算机程序，使它适用于自闭症的孩子，即把原来劳拉莉用的那个课程更精致化，专门用于自闭症的治疗。

[1] 作者用genetic predisposition的意思是大脑是环境和基因交互作用的产物，除了极少数疾病外，有这个病的基因使得这个病的“倾向”（predisposition）比别人大，但是还是需要环境去引发（trigger）。——译者注

[2] 我们的耳朵可以听到20～20 000赫兹的频率，若把这些频率全部集

中起来，就是所谓的“白噪声”（white　noise），这是一种非常难忍受的声音，好像无线电调电波时的刺耳声音，过去曾有警察用这声音来虐待犯人，昼夜播放白噪声会使人失去理性，进而发疯。——译者注

[3]　癫痫病人常因摇滚乐晚会中，一闪一闪来回转的闪光灯灯光而引发癫痫，因为摇滚乐晚会的白光是由许多不同频率的光所组成的。另外台湾的警车在巡逻时，喜欢把车顶的紧急闪灯打开，红、蓝、白光一直闪对癫痫病人很不利，它应该是紧急状况要抢道时才做警示用，不是平常无事时巡逻用的。

打开成年人的关键期

有没有可能重新打开关键期的可塑性，使成人也可以用孩子学语言的方式学习新的语言？梅策尼希已经看到可塑性可以延伸到成年期，假如很专心、很努力，我们应该可以重新设定我们的大脑，现在他在问的是，有可能把这个不费力的关键期学习方式延伸到成年期吗？

在关键期学习不花力气是因为在那个时候，基底神经核一直都是启动的。所以梅策尼希和他年轻的同事迈克尔·基尔加德（Michael Kilgard）设计了一个实验，用人工方式将成鼠大脑中的基底神经核启动，同时让老鼠做它们无法专心去做、做对了也不会有报酬的学习作业。

他们将微电极插入老鼠的基底神经核中，用电流来使这个基底神经核活化，然后，他们把老鼠放进一个9赫兹的声音环境中，看这只老鼠是否可以不花力气地发展出9赫兹的大脑地图位置来，就像小老鼠在关键期时所发展出的地图一样。一周之后，基尔加德和梅策尼希发现老鼠的确可以大大扩展9赫兹的大脑地图，他们发现了一个人工的方法可以重新打开成人的关键期。

他们用同样的方式使大脑加快处理时间，通常，一只正常的老鼠对一个声音最大的反应量是一秒发射12次。用刺激基底神经核的方式，他们可以“教育”这个神经发射更多次。

这个研究打开了生命后期高速学习的可能性。现在可以用电极的方式启动基底神经核，或用注射某种生化物质，或用药物的方式来活化这个基底神经核，你很难想象会有人不被这个新科技所吸引，因为它可以使你相当轻松地学会科学、历史，或某一种专业，你唯一需要做的只是

暴露在那个环境之下而已。你可以想象刚移民进入一个国家，现在可以轻而易举地学新语言，而且完全没有口音，再想象失业的中年人可以再学一个新技能去就业。这种技术无疑会被高中生或大学生拿去用在竞争很激烈的考试上（现在已经有很多明明没有注意力障碍的学生，却用药物来帮助自己学习）。当然这种激烈的介入性药物可能会对大脑产生副作用，更不用说会影响我们自律的能力，但是这会在医学上开创一个新的领域。刺激基底神经核可以使它再活化来帮助大脑受伤的病人，使那些失去阅读、书写、说话或走路能力、不能再学习的病人（因为他们不能集中注意力），有一个再生的机会。

对抗老人的认知衰退

梅策尼希成立了新公司Posit Science，专门帮助人们老去时，保留他们大脑的可塑性，延长他们心智功能的寿命。“我很喜欢老人，我一直都喜欢老人，或许是因为我最喜欢的人是我的祖父。他是我所遇到的最有智慧、最有趣的三四个人之一。”梅策尼希的祖父在9岁时，从德国坐帆船来到美国，他是自学成功的建筑师及建造商，在平均寿命为40岁左右的年代，他活到了79岁。

“等到现在65岁的人过世时，平均寿命会升到80多岁，但是当你85岁时，你会有47%的概率得阿茨海默病（Alzheimer‘s disease）。”他笑着说，“所以我们创造了这个很奇怪的情境，我们使人们活得很长，长到一半的人会活到不知道自己是谁才过世，我们必须想办法来延长人的心智生命，使它跟人的身体生命一样长才行。”

杂乱的大脑

梅策尼希认为，当我们年纪大时，我们忽略了专注的学习，不再努力学习使得大脑中调节、控制可塑性的系统荒废掉了，所以，他发展了针对老人认知功能衰退的大脑练习，如针对常见的记忆力、思想和处理速度的衰退的练习。

梅策尼希对付心智衰退的方法跟主流的神经科学家不同。现在有千百篇论文在讨论人老时大脑中生理和化学物质的改变，当神经元死亡时，大脑处理的历程又如何。现在市面上有许多药研发出来阻止老化的历程，提升大脑中化学物质的浓度。然而，梅策尼希认为这些价值几亿美元的药物只能提供4~6个月的改进。

“这样做有一个非常不对的地方，”他说，“它忽略了维持正常能力和技术所需的物质……这就好像你在大脑年轻时所习得的技术和能力是注定要跟着大脑生理上的衰退而衰退似的。”他认为主流派的做法对大脑需要什么来学习一个新技术并不了解。“他们想象假如你操弄正确的神经传导物质浓度……记忆就会回来，认知功能都可以用，你可以像羚羊一样开始跑跳。”

主流的治疗法并没有考虑到维持一个好记忆究竟需要的是什么东西，我们年纪大时记忆衰退的主要原因之一是我们无法在神经系统中登记新的事件，因为处理的速度变慢了，所以我们看东西、听东西时知觉处理的正确性、强度及清晰度都随之衰退了。假如我们不能把某件事登记得很清楚，当然不可能把它回忆得很好。

举一个老年人最常见的例子来说，如找不到想要讲的那个词。梅策尼希认为这个现象的发生是因为大脑的注意力系统在逐渐萎缩和退化，而跟可塑性有关的基底神经核也是。这个萎缩现象使我们口语不流畅，因为一个声音或词的表征不清楚，登记这些字或声音的神经元没有协调好，没有同步发射，没有办法很快速地送出强有力的信号，我们就在那儿结结巴巴，找不到我们所要讲的词了。当代表口语的神经元送出模糊不清的信息时，接受信息的下游神经元就无法精准地活化，所以模糊地输入，当然只好模糊地输出。这就好像我们前面看到的有语言障碍的孩子一样，他们也有着“杂乱的大脑”（noisy brain）。

当我们的大脑很嘈杂时，新的记忆信号没有办法跟大脑背景的电流信号竞争，造成“信号-杂音”（signal-noise）的问题。

梅策尼希说系统变得有杂音有两个原因，第一个原因人所共知，“一切都在走向衰退”。然而，最关键的原因是“大脑没有好好地训练”，分泌

乙酰胆碱帮助大脑集中注意力、形成清晰记忆的基底神经核被忽略了。在一个有轻度认知功能障碍的大脑中，基底神经核分泌的乙酰胆碱竟然少到无法测量到。

专注的力量

“在童年，我们有一段密集学习的时期，每一天都学到新的东西，然后，在我们刚就业时，我们也是密集地学习新的技术和能力，渐渐地，当我们步入中年后，我们已经驾轻就熟了，用的是已经熟练的技术和能力。”

在心理学上，中年是人生一段美好的时光，因为跟前面比较起来，好像水流过了急湍，开始平稳下来一样，我们的身体不像青春期那样剧烈变化，我们对自己是谁已经有稳定的概念，对事业也比较得心应手。我们还是认为自己很活跃、很年轻，但是我们倾向于欺骗自己认为自己还是像以前一样地学习，我们很少去做一件需要我们全神贯注学习的工作，也很少去学新的词汇或新的技术。平常我们看报纸、上班、说母语都是在用我们已经熟练的技能，这不是学习。当我们到70岁时，我们已经有50年没有系统化地去动用调节可塑性的系统了。

这是为什么老年人学习新语言是很好的事，它增进并维持记忆的能力。因为学习新语言需要全神贯注，它会启动可塑性的控制系统，使系统保持良好状态，对所有东西的记忆都能登记得很清晰。Fast ForWord练习能增进思考的能力有一部分原因是它刺激了可塑性的控制系统，使它一直分泌乙酰胆碱和多巴胺。任何需要全神贯注的事都对这个系统有利，例如学习新的运动、舞蹈，破解困难的字谜，或换个需要学会新技术和材料的工作。梅策尼希自己非常赞同老年人学习新的语言，“你慢慢又磨利所有的能力，这对你是非常有利的。”

这些也可应用到老年人的运动、行走能力上。只是去跳你以前学会的舞并不能帮助大脑的运动皮质维持它的状态，要使心智活跃，你需要去学完全新的、需要全神贯注才学得会的东西。这不但使你有新的记忆，同时使你能轻易地活化一个系统并且保存旧的。

逆转认知功能的时钟

Posit Science公司中的36名科学家在5个老年人最容易产生障碍的领域努力工作，发展大脑训练课程的关键在于给予大脑适量的练习、正确的顺序及恰当的时机，从而促使大脑改变。这在科学上的挑战是去找出最有效的方法来训练大脑并且能够应用到生活上。

梅策尼希告诉我："你在年轻大脑中所看到的每一件事情都可以应用到老年的大脑上。"唯一条件就是这个人必须有足够的报酬或惩罚来使他集中注意力以忍受有人认为相当无聊的训练过程，假如能做到这一步，他说："这个改变能够像在婴儿大脑中的改变一样大。"

Posit Science的训练课程有词汇和语言的记忆练习，用像Fast ForWord一样的听力训练和计算机游戏来增加老年人的听觉记忆。这个课程是建构在大脑处理声音的基本能力上，让老人聆听缓慢的、清晰的语音，梅策尼希不认为你可以叫老人做他办不到的事去增进他逐渐退步的记忆，"我们不能用训练将死马当活马医。"他说，老年人做练习以增强他们听的能力，这种能力自他们在婴儿摇篮中把母亲的声音从背景噪声中分离出来后，就不曾再用过，这种练习增进处理速度，使基本的语言信号更强、更清晰、更正确，这同时也刺激大脑增生多巴胺和乙酰胆碱。坊间那种记忆课程——给你一个单子去背单子上的项目来挽回退步的记忆——他认为是无效的，需从基本能力上训练起。

很多大学现在用标准记忆测验来评估这些记忆练习。Posit Science在《美国国家科学院院刊》[1]（Proceedings of the National Academy of Sciences，PNAS）发表了它的第一份报告。他们发现60~87岁的老年人，经过一天一小时，一周5天，8~10周的听觉记忆训练后，他们的记

忆从一般70岁老年人的记忆提升到五六十岁的记忆，所以许多人将他们记忆的时钟往回拨了十年左右，有的人甚至可以拨回25年。这个增进的效果在3个月后的追踪调查中仍然存在，加利福尼亚大学伯克利分校（University of California at Berkeley）的威廉·贾格斯（William Jagust）研究团队做了上课之前和之后的正电子断层扫描（Positron Emission Tomography，PET），发现他们的大脑并没有“新陈代谢退步”（metabolic decline）（即神经元逐渐不活跃）这在老人大脑中常常可以看到。这个研究同时也比较了上过听觉记忆课程的71岁老人，跟没有上这些课但是用同样的时间在看报纸、听有声书或玩计算机游戏的同年龄老人，结果发现没有上过课的老人前额叶有新陈代谢继续下降的现象，而上过课的则没有。这些人的右顶叶及跟记忆和注意力测验有关的其他大脑区域的新陈代谢是不降反升的[2]，这些研究显示大脑练习不但减低跟年龄有关的认知功能退化，而且反而可以增加认知能力。最主要的是这些进步其实只因为花了四五十个小时做大脑练习而已，假如花的时间更多，说不定效果会更好。

梅策尼希说他们成功地逆转了老人认知功能的时钟，使他们的记忆、解决问题能力和语言能力更像年轻的时候，甚至二三十年前的他们。一个80岁的老人可以在操作行动方面像五六十岁的人，“这些训练课程目前在30个老人小区中使用，只要登录Posit Science的网站便可以做这些练习。”

Posit Science也可以应用到视觉方面。当我们年纪大时，我们的视力逐渐退化，不只是眼球的关系，我们大脑视觉处理的能力也变弱了，老人比较容易分心，也比较容易失去他们的视觉注意力。Posit Science目前在发展计算机课程来使老人集中注意力到作业上，而且加速他们视觉处理的速度，他们让老人在计算机屏幕上搜索不同的对象。

针对前额叶也有一些练习可以增加我们的“执行力”（executive functions），如锁定目标，把目标从背景中抽离及做判断决策。这个练习也同时帮助老人分类，将同类东西放在一起，在听到复杂的指令后，能按部就班地执行，以及加强他们联结记忆的能力，这可以增进老人把人、事、物放在正确情境中的能力。

Posit Science也在研究精细运动控制的课程。当我们年纪大时，许多人放弃了绘画、钩针、打毛线、弹奏乐器或木雕等年轻时的爱好，因为我们的手已经不能再做精细的工作了。这些练习会使大脑中褪色的地图重新鲜明起来。

最后他们也发展粗略的运动控制。这个功能在我们年龄增加时，逐渐下降，使老人失去平衡，容易摔跤，走动不易。这个问题除了前庭功能的失常之外，还有一个原因是我们脚的感觉回馈系统衰退了，梅策尼希说，人们穿了几十年的鞋子，限制了从脚到大脑感觉的回馈，假如我们是打赤脚，我们的大脑会从脚踩在不同的地面上得到很多的回馈，鞋子是一个相当平扁的平台，把刺激分散掉，而且我们现在走的路面越来越人工化，越来越平坦，这使我们大脑脚底地图的分化越来越不显著。于是我们开始使用拐杖、走路器，或其他帮助我们平衡的东西，我们用补救的方法而不是去练习大脑退化的系统，就加速了这个系统的衰退。

当我们年纪大时，我们下楼梯要去看我们的脚，因为我们从脚所得到的回馈不够，当梅策尼希扶着他的岳母步下别墅的台阶时，他鼓励她不要低头看她的脚，而要感觉她的脚在哪里，使她可以维持并发展她大脑中脚的地图。

[1] 这是一份相当有份量的科学期刊，它的影响因子与《自然》或《科学》不相上下。——译者注

[2]　大脑在工作时，工作部位需要比较多的血流量，正电子断层扫描是计算葡萄糖的新陈代谢率。工作多的区域代谢快，在图片呈现出来的是红色或黄色，没有活化的区域代谢少，呈蓝绿色。——译者注

大脑橡皮擦

在花了很多时间来扩大大脑的地图后，梅策尼希现在认为有的时候你也要缩减它。他现在致力于发展大脑橡皮擦，把有问题的大脑地图除去。这个技术对受创伤之后当时的影像一直在眼前出现的人，对有强迫性思考（一个念头挥不去）、有恐惧症或有心智联想问题的人应该是一大福音，当然，它被滥用的结果也是很可怕的。

梅策尼希继续在挑战“我们生下来时大脑是什么样，一辈子就是什么样”的看法，他始终认为大脑结构是它不断与外界互动的结果，它受到经验的塑造。我们的经验不但深入大脑，甚至进入了基因，改变了基因——我们下面会谈到这个主题。

孩子的大脑

梅策尼希的别墅坐落在山上，他花了很多时间在这里，他刚刚开辟了他自己的葡萄园，我们在园中漫步，晚上，我们谈他早年的哲学观念，他四代同堂的家人在一旁嬉笑玩耍，沙发上坐着他最小的孙女，才几个月大，正处于她许多能力的关键期中。她使围绕她的人都很快乐，因为她是一个好的聆听者，你搔痒她的脚趾头，她会全神贯注地望着你，你跟她说话，她会很高兴地听，虽然她完全不知道你在说什么，当她环顾四周时，她的大脑收录每一个细节，丝毫不遗漏。

第4章　喜好和爱的学习　大脑的可塑性教导我们对性的吸引力和爱

A是一个年轻英俊的单身汉，他来找我，因为他很沮丧。他爱上了一个已有男朋友的女人，她试着鼓励他去虐待她，她想使A跟她一起作出她性幻想中的情节，她打扮得像妓女一样，然后要他用暴力征服她。A发现自己也希望去满足她的愿望，他感到很害怕，跟她分手后，来找我治疗。他过去的情史大多是跟已有男友的女人纠缠不清，而且这些女人都精神不稳定。他的女朋友不是很霸道、占有欲很强，就是个虐待狂。但是，这种女人能使他性兴奋，那种很体贴、很善良的女人让他觉得无聊，他认为任何会爱上他的女人都是有毛病的。

他的母亲是一个严重的酗酒者，常常对他索求金钱和感情上的支持，他的童年是在情绪和暴力的风雨中度过的。他记得他母亲拉着他妹妹的头去撞暖气炉的散热器，她烧他继兄的手指，因为他去玩火柴。她常常抑郁、沮丧，威胁要自杀。他必须随时保持警觉，安抚她，阻止她自杀。他跟她的关系非常不正常，母亲常挑逗他。偶尔他离家的父亲回来了，那时，他有着“永远透不过气来”的感觉，因为他要阻止两个人打架，最后，他父母离了婚。

他童年的时光大部分花在压抑他对父母的愤怒上。他常常觉得自己像一座快要爆发的火山，跟人的亲密关系就像暴力场景，别人像是要生吞活剥了他似的。所以等到他过完童年期后，只有虐待他的那种女人才能引起他的性兴奋。

人类性与爱的可塑性

跟别的动物比起来，人类的性可塑性大多了。在性行为上，我们跟性伴侣所做的事跟动物比变异性大了很多，我们可以感到性兴奋和性满足的身体部位也比动物多了很多。最主要的是能让我们感受到性吸引力的对象也有很大差异，人们常常说他们受到某一类型的对象吸引，而这种类型几乎每一个人都不一样。

对有些人来说，吸引他的类型会随着年龄、经验而改变。有一个同性恋的男子，他有许多伴侣来自不同的种族，但是在不同时期，他只对某一种族的人有兴趣，这段时期过去后，他对这个种族其他的人也没有胃口了。似乎一个人的类型（如亚裔或非裔）对他的吸引力是高于这个人本身的。这种人在性方面口味的可塑性让我们看到人的性欲并非先天设定的，它很容易受到我们后天心理因素及性经验历史的改变。我们的性欲也是很挑剔的，很多科学论文暗示我们的性欲是一种生物冲动，是喂不饱的需求，永远得不到满足，但是人其实更像一个美食家，对某种特定形态有很强的偏好，这种偏好使我们可以延迟满足，直到找到心中想要类型的性伴侣，比如说，一个喜欢金发美女的人，棕发或红发美女就不会使他心动。

性偏好偶尔也是会改变的，虽然有些科学家一直强调先天的性偏好，但是我们的确看到有些人在生命的某一时期是异性恋，而他并没有双性恋的历史，是后来才“加上”同性恋的，或是同性恋后来变成异性恋。

对有很多不同性伴侣的人来说，性的可塑性发展到了极致，因为他们要适应不同的新爱人，但是对结婚很久又感情很好的老夫妇来说，他

们最初在20几岁相遇时的容貌跟他们现在60几岁的样子是很不一样的，但是他们的性欲互相调整了，所以他们仍然受到彼此吸引。

但是性的可塑性还不止于此。恋物狂（fetishists）喜欢没有生命的东西，男的恋物狂会因为一只镶了毛皮边的高跟鞋而兴奋，或是看到女性内衣比看到真的女人还兴奋。有人对黄色小说的情节有兴趣，叫性伴侣去扮演剧本中的角色，包括各种不堪入目的性虐待，他们是受这个角色吸引而不是扮演这个角色的人。当他们在报上登广告寻找爱的伴侣时，广告的用词不像是在找情侣或爱人，而是像求职广告，把所需具备的条件一一列出。

既然性是种本能，而本能一般被认为是有遗传性的行为，是某个物种所特有的，而且物种中每个成员的该行为（如蜘蛛结网的行为）应该没有什么不同，所以人类性行为有这么大的不同是很令人惊异的事，令人好奇的是它为什么跟其他本能不同。一般的本能行为是不轻易改变的，而且有清楚、确定的天生目的，如生存的本能。人的性行为似乎与它核心的目的（繁殖）分离了，有各种令人想不透的偏好（其他动物不会有恋物狂、性虐待狂），在别的动物身上，性本能就是性本能，为了传宗接代，没有别的花样。

没有其他的本能可以在未完成它的生物使命前，得到满足感，也没有别的本能像性本能一样与它的目的分离。人类学家发现，有很长一段时间，人不知道繁殖必须经过性交。我们的祖先必须去学习“生命的事实”，就像今日的孩童必须上性教育的课程一样。这种性与它主要目的的分离可能是它可塑性最初的征兆。

爱的弹性

爱也是非常有弹性的，它的表现方式在历史中也一直在改变。虽然我们认为浪漫的爱是最自然的情感，事实上，我们成年人对同一个人要求亲密行为、温柔、至死方休的欲望在其他的社会中并非如此，而且直到最近才普遍为我们的社会所接受。几千年来，大部分的婚姻是父母安排的，而且都有实际的理由（如政治婚姻），当然，在《圣经》中有令人难忘的爱情故事，最后有情人终成眷属，如“歌中之歌”（Song of Songs）所描述的，当然也有变成悲剧的，如中古世纪的诗和后来莎士比亚写的悲剧。浪漫的爱一直到12世纪才得到社会的支持，在贵族和欧洲皇宫中开始流行开来，一开始是没有结婚的男士和已婚的妇女，不是通奸就是精神上的爱恋，通常结局都很凄惨。只有在个人主义盛行、民主观念出现后，人应该有权力选择自己的配偶、婚姻自主的观念才慢慢为人接受，承认爱情是一种自然的感情，是人不可分割的一部分。

性与爱的大脑地图

因此，去问性的可塑性跟神经的可塑性有没有关系就是很自然的事了。研究发现神经的可塑性并不是住在大脑某个公寓中的小房间，也不限于我们前面探索过的感觉、运动和认知处理历程的区域，大脑中调节本能（包括性）行为的地方在下丘脑（hypothalamus），它本身是有可塑性的，杏仁核也有（杏仁核是处理情绪和焦虑的地方）。当然大脑的皮质有比较大的可塑性潜能，因为它们有比较多的神经元和神经联结可供改变，但是，即使是非皮质的区域也有，可塑性可能是大脑所有的组织都有的特性。海马回也有可塑性（这是使我们的记忆从短期转换到长期的地方），掌管我们呼吸，处理原始粗糙的感觉，及处理痛觉的地方都有可塑性。它存在于脊髓，饰演超人的电影明星克里斯多福·利瓦伊（Christopher Reeve）在他从马上摔下来、脊椎严重受伤后7年间，通过不断的复健，恢复了一些感觉和运动的能力。

梅策尼希这样说：“可塑性不会发生在隔离状态，这是完全不可能的事。”他的实验显示，如果大脑的一个系统改变了，跟它有联结的系统也跟着改变。用进废退的可塑性规则，或是在一起发射的神经元会连在一起的海伯定律适用于所有的神经元。假如不是这样，大脑的不同区域不可能一起工作。

那么，感觉、运动和语言大脑地图的可塑性规则，可以适用到比较复杂的大脑地图（如亲密关系、性或其他方面）上吗？梅策尼希已经看到复杂的与简单的大脑地图都遵守相同可塑性原则的规范。暴露在单一声调环境中的动物，它会发展出单一的地图去处理它；暴露在复杂声音（如6个声调所组成的旋律）中的动物，它不会把6个不同的地图区域连在一起，它会发展出一个登记整个旋律的区域。但是这个比较复杂的旋律的地图还是遵守单一声调地图的可塑性原则，即不论地图的复杂性为何，只要是大脑区域，就遵守同样的可塑性原则的规范。

性可塑性的关键期

“性本能，”弗洛伊德写道，“因为它的可塑性被我们所注意，因为它能改变目标而被我们所注意。”弗洛伊德并不是第一个说性有可塑性的人，柏拉图在他的对谈录中提到爱时，就说人类的性欲（Eros）有许多形式，不过，为性和浪漫爱的可塑性奠下神经科学基础的是弗洛伊德。

弗洛伊德最大的贡献之一是他发现了性可塑性的关键期。弗洛伊德认为一个成人能够在不同阶段对人产生亲密与性欲的爱，源起于他在婴儿期与他父母的强烈依恋（attachment）。他从父母处学习，他观察别的孩子。童年的早期，而非青春期，是性和亲密的第一个关键期。孩子可以热情地爱别人，有原始的性感觉—迷恋某人，爱的感觉，有的时候甚至是性兴奋，就像A先生所经历到的。弗洛伊德发现性虐待对孩子的伤害很大，因为它影响了童年期的性关键期，塑造了我们后来对性和被吸引的想法。孩子需要父母，一般都会发展出对父母强烈的依恋，假如父母是热情、温和、可靠的人，孩子后来常会发展出对这种关系的偏好，假如父母是疏离的、冷淡的、只顾自己的、愤怒的、阴晴不定的、反复无常的、矛盾暧昧的，孩子长大了，也会去寻找这种个性的性伴侣。当然这会有例外，但是绝大多数的研究支持弗洛伊德的看法，早期跟父母的关系会影响以后的性生活。当A先生第一次来看我时，他所描述的性剧本其实是重复他创伤的童年，例如，他会被情绪不稳定的女人所吸引，这些女人都超越了正常性行为的界线，他喜欢偷情，这些女人的丈夫随时都可能来捉奸，这种充满敌意的情境使他性兴奋。

弗洛伊德对关键期的看法在他开始写性和爱的主题时出现。有一个胚胎学家观察到胚胎的神经系统发展是有阶段性的，假如这些阶段受到破坏，会造成对这个动物或人的伤害，通常是影响一生的大伤害。虽然

弗洛伊德没有用关键期这个名词，但是他所说的早期性发展的阶段相当于我们现在的关键期。这是一个非常短暂的开窗期，这时一个新的大脑系统和地图因环境中人们所给的刺激而发展。

童年习得的性滋味

童年感情成分在成人日常生活爱与性的行为中常可以看到。在西方文化中，当成人在前戏或表达他们最亲密的感情时，常用“宝贝”或“甜心”这些他们小时候母亲常用的亲昵称呼，而母亲用这些字眼时，通常是在喂奶、抚摸或跟宝宝说话时，这就是弗洛伊德所谓的口唇期（oral phase），这是性的第一个关键期。这个时期可以用几个词来综合出它主要的功能：照顾、抚育、滋养，也就是温柔地照顾、爱与喂食。婴儿感觉依附在他母亲身上，当他被母亲抱着，喂以有营养的乳汁、带有甜味的食物时，他对别人的信任感就发展出来了。被爱、被照顾、被喂食是我们出生后第一个在大脑中正式形成网络的经验。

当大人用对宝宝说话的语气来对亲密的伴侣说话时，弗洛伊德说他们是回归到“口唇期”的心智状态，我认为这种回归会引发所有童年神经回路的活化。这种回归可以是无害的、愉悦的，如在性交前之前戏，但也可以是有害的，假如他的童年期攻击性的神经回路被活化了，这个大人会乱发脾气，不可控制。

“讲脏话”也是童年性阶段的痕迹，毕竟，为什么性会被认为是肮脏的事？这个态度反映出小孩子对性的观念，从他被训练自己大小便时发现这个用来小便的东西跟性有关，这个东西又离肛门这么近。大人通常不会被这种肮脏的观念所困扰，因为在他们在青春期时经历了另一个性可塑性的关键期，这个时期他们的大脑重新组织过，性的愉悦压过了对性的厌恶。

弗洛伊德认为许多性的神秘可以用关键期来解释。弗洛伊德之后，我们不再惊讶为什么一个从小被父亲遗弃的少女会去爱上一个年纪足以

做她父亲的已婚男子，或是被冰山母亲抚养长大的男子常去找冷若冰霜的女人做伴侣。有时他们自己也变得冷漠无感情，因为他们在关键期从来没有经验到同理心，他们这一部分的大脑没有发展。许多邪恶的坏行为可以从童年的冲突一直不能解决的持续性及可塑性来解释。但重点还是在关键期我们可以习得性和浪漫的滋味，它会被设定在大脑中，对我们一生有重大的影响，人类可以有这么多性偏好上的差异，主要是来自童年期所习得的不同的性滋味。

性偏好是后天习得的

认为人的性欲有关键期而关键期又会塑造成年以后的性行为的看法，跟目前一般人所接受的看法相抵触，目前的看法是对吸引力的影响不是来自童年历史，而是来自生理吸引。有些人（模特儿和电影明星）被认为是美丽、性感的，有一股生理的力量告诉我们这种人是有吸引力的，因为他们身上显现着生理上生育力和强壮的象征：皮肤光滑、身材匀称表示这个人没有疾病，沙漏身材的女人是具有生育力的女人，男人的肌肉表示他有能力保护女人及她的孩子。

但是这个观点过于简化了生物法则，并不是每一个人都喜欢身材窈窕或满身肌肉的人。有一个女人就说："我第一次听到他的声音时，我就知道他是我的真命天子。"有的时候，悦耳的声音比身体肌肉更是好的灵魂指标。而且性的品位会随时代而不同，鲁本斯（Peter Paul Rubens）笔下的美人以现代眼光看来太肥了点。过去几十年来，《花花公子》（Play Boy）杂志中的兔女郎及时尚模特儿也都在改变。性的喜好显然受到文化和经验的影响。通常是后天习得的，然后才设定在大脑中。

"习得"的定义就是后天学习而来，不像天生的口味，一个婴儿不需要学习乳汁的口味，也不需要学习喜欢水或甜味，他们马上知道这是令人愉悦的东西。需要学习才会得到的东西一开始时是不喜欢或没有感觉的，后来才变得喜欢，如寿司的味道、酒、咖啡、鹅肝酱、猪腰中所带着的尿骚味，等等。许多人花大价钱买的精致美味食物其实是他们小时候痛恨的食物，这些喜好是需要培养出来的。

在英国伊丽莎白女王一世的时代，人们迷恋身体的味道，女人把削了皮的苹果放在腋下，直到苹果吸收了她身体的体臭和汗味才换掉，然

后把这个吸了她体臭的苹果送给她的情人，美其名曰“爱的苹果”，让他在离开她之后，可以借着嗅这个苹果来思念她。我们现在则是用合成的水果和花的香味来除去（比较正确的说法是盖住）我们身体的味道，使情人不会闻到。这两种方法中，哪一种是后天习得的，哪一种是天生的，现在还很难定论。东非的马萨伊族（Masai）人把我们认为很刺鼻的牛尿拿来当乳液涂在头发上，这直接表示牛在他们文化中的重要地位（家中没有牛的人自然就没有牛尿可涂抹了）。许多我们认为是“自然”的品位其实需要学习才会变成第二天性（second nature）。我们无法辨识我们第二天性与天性的差别，因为我们的大脑很有可塑性，一旦被设定，变成新的天性后，它就与我们原始的、与生俱来的一样具有生物意义了。

被网络色情重新塑造的脑

现在色情A片的泛滥让我们看到性嗜好或性喜好是可以后天习得的，这些色情的图片通过高速互联网的传送，可以满足任何一种性喜好。

色情图片初看之下，完全是实时反应的东西，它立即引起性反应，这是几百万年来演化的结果。但是假如真的是这样，色情电影应该不会改变，那些对我们祖先有挑逗性的图片或身体部位应该也会引起我们的性欲。这是那些从事色情生意的人希望我们相信的，因为他们宣称他们在对抗性压抑、性禁忌，他们的目标是解放人类被监禁的自然的性本能。

但是事实上，色情电影的内容演变是动态的，它展现出这个习得的口味是如何进化而来的。30年前，色情电影分为“硬里子”（hard core）和“软里子”（soft core）。硬里子直接展示性爱过程，而软里子则是较性感的镜头。

现在，硬里子的色情进化到性虐待、射精到女性脸上、暴力的肛交，已经把性和愤怒、羞辱、仇恨混在一起了。硬里子的色情现在已进入邪恶的世界里，而软里子的色情就是几十年前的硬里子色情，显现出男女性交的动作，而且在有线电视上随时可以看到。过去的软里子色情（女性在各种情境宽衣解带）已经整天在主流媒体上可以看到，包括电视、摇滚录像带、连续剧，及各种广告中。

色情的快速成长非常令人惊异，它占出租录像带店业绩的1/4，是人们上线的第四大原因。2001年，MSNBC.com对观众所做的调查中，有80%的人说他们花很多的时间在色情网站上，已经危害到他们的亲密

关系或工作了。软里子色情的影响现在非常严重，因为现在没有禁忌，它影响没有性经验的年轻人，特别是心智还没有成熟的人，影响他们的性偏好和性欲。色情对成人的影响其实也很大，因为成人仍然有可塑性，那些看色情录像带的人根本不知道他们的大脑已经被色情片重新塑造过了。

对色情上瘾的人

20世纪90年代中期到末期，互联网快速成长的时候，色情影片乘机四处传播。我治疗过好多个有着同样故事的病人，他们对某一种色情影片有后天习得的偏好，而这个偏好其实使他厌恶自己，结果这种不正常的性兴奋影响到他的亲密关系，造成阳痿。

这些人都不是不成熟、在社交上不适应或是退缩的人，必须躲到色情电影中来寻求慰藉，他们是讨人喜欢、很体贴的男人，在婚姻或男女关系上相当成功的人。

通常在我治疗这种人的其他毛病时，他会很不自然地说，他发现他自己花越来越多的时间在互联网上，寻找色情网站和自慰。他可能会自我解嘲说，每个人都这样做，有的时候，他会从花花公子那种网站开始，或是别人送给他的裸体图片或裸体影片开始。有的时候，他会上看起来无害的网站，这些网站再引导他去其他网站，很快地，他就上钩了。

这些人都不经意地谈到一件事，引起了我的注意。他们都谈到越来越难被他们真实的性伴侣引起性欲，虽然他们还是认为太太、女朋友或情人很有吸引力。当我问到这个现象跟他们看色情影片有没有关系时，他们都回答说，一开始时影片帮助他们在性交时更兴奋，但是后来就出现相反的效应。现在他们在性交时，必须去幻想他们是色情电影中的男主角才会达到高潮，他们已经无法像以前一样，用他们的感官去享受在床上与他们的配偶或情人实时的性交快乐。有些人想办法去说服他们的性伴侣作出色情影片中的行为，他们逐渐只对射精有兴趣而不再对做爱有兴趣。他们的性幻想逐渐被他们从网络上下载到大脑中的色情情境所

掌控，而这些新下载的情节通常是比以前的性幻想更原始、更暴力。我感到这些人的性创造力逐渐在枯竭，他们对网络中的色情越来越上瘾。

我所观察到的这个现象并不限于门诊的一些病人，这种社会改变正在悄悄地发生。虽然我们很难得到个人性行为的数据，在如今色情泛滥的情况下，这些资料却不难拿到，因为它越来越公开。这种改变正好与“色情电影”（pornography）被简称为“A片”（porn）相吻合。在托马斯·沃尔夫（Thomas Wolfe）描述美国校园生活的书《我是夏洛特·西蒙斯》（I am Charlotte Simmons）中，他花了很多年观察美国大学生的校园生活。在这本书中，一个男生艾维·彼得斯（Ivy Peters）向室友要色情电影，表示看杂志已经对自己无效了。

问题就在他对性的耐受性（tolerance）。他自己知道他像毒品上瘾者一样，已经无法因为影像图片而兴奋（他以前是可以的），这个危险是性的耐受力会延伸到他的男女关系上，像我的病人一样，以后会有阳痿的问题，以及新的、自己并不喜欢的性偏好。当色情业者在吹牛说他们在放大性禁忌的框框，因为他们介绍新的、更硬里子的影片进来时，他们没有说的是他们的顾客已经对原来的内容有耐受性，他们非这样做不可。在男性色情杂志的封底和色情网站中都充满了威而钢那种药的广告，威而钢原是为了不举的老人所发展出来的药，因为他们阴茎的血管被阻塞了。现在浏览色情网站的年轻人非常害怕他们会阳痿或有“勃起功能障碍”（erectile dysfunction）。这个名词有误导性，让人以为这些男人的阴茎有问题，其实他们真正的问题在他们的大脑性地图中。当他们看色情影片时，他们的阴茎没有问题，他们很少想到，不举跟他们爱看色情影片有关系。

打开基因开关

对网络色情上瘾并不是一种隐喻。并不是所有的上瘾都跟毒品或酒精有关，人可以对赌博上瘾，甚至对慢跑上瘾。一个上瘾的人失去控制行为的能力，迫切地、不顾一切地寻求那个东西，完全不管负面的后果为何，他们会发展出耐受性，所以会需要更多的刺激来达到同样的满足感，假如他们不能完成这个上瘾的行为，就会产生戒断症状。

所有的上瘾都跟大脑的神经可塑性有关，这些改变是长期的，有时是终身的。对已经上瘾的人来说，浅尝辄止是完全不可能的，他们必须完全避开上瘾的行为或使他上瘾的那个东西。酒依赖者匿名戒酒协会（Alcoholic Anonymous，AA）坚持没有“前酗酒者”（former alcoholics），那些几十年不曾碰过酒的人在聚会中做见证，介绍自己时会说：“我的名字是约翰，我是一个酒鬼。”就大脑的可塑性来说，他们是对的。

为了知道街头的毒品有多容易让人上瘾，美国国家卫生研究院（National Institutes of Health，NIH）的研究者训练老鼠按杆以得到一点毒品，老鼠越愿意按杆，表示这种药物越容易造成上瘾。可卡因及所有其他毒品，甚至连慢跑，都会使大脑中的多巴胺更活跃，而多巴胺是带来快乐感觉的神经传导物质。它被称为报酬传导者，因为当我们完成一件事情（如参加赛跑赢了名次），我们的大脑就会分泌多巴胺，虽然跑完很累，但是多巴胺会带来快乐的兴奋感、突然涌出的精力，以及自信，我们会高举我们的双手，作出胜利的跳跃，而失败者因为没有得到多巴胺的分泌，会马上垂头丧气，倒在终点线旁，没有力气站起来走回更衣室，他们觉得自己糟透了。毒品抢劫了我们的多巴胺系统，让我们不劳而获，即在没有付出的情况下获得报酬的愉悦。

我们从梅策尼希的研究中看到，多巴胺也跟可塑性的改变有关。使我们雀跃快乐的多巴胺同时也使达成目标那个行为的神经回路固化，联结得更紧。当梅策尼希在声音出现时，用电极去刺激动物的多巴胺报酬系统，多巴胺的分泌会刺激可塑性的改变，扩大那只动物听觉地图上那个声音的表征地区。当一个人在看A片时，他大脑中的多巴胺也在他性兴奋时分泌出来，增加他的性欲，帮助其达到高潮，同时活化大脑的快乐中心，所以看A片会上瘾。

得克萨斯大学（University of Texas）的耐斯勒（Eric Nestler）显示上瘾如何永久地改变动物的大脑。一剂毒品会使大脑中产生一种蛋白质ΔFosB（念作delta Fos B），它会累积在神经元上，每一次使用毒品，ΔFosB就累积多一点，直到它打开一个基因的开关，使某些基因被打开或关掉。这个开关的打开或关上会引起改变，这个改变有持久性，即使停止使用毒品，这个改变仍然存在，对大脑的多巴胺系统造成不可逆转的伤害，使这只动物更容易上瘾。非药物性的上瘾，例如慢跑和喝糖水也会引起ΔFosB的累积，使多巴胺系统受到永久性的伤害。

A片不能带来快乐

色情从业者说他们提供健康的快乐，使人们从性的紧张中得到解放，但是他们提供的其实是会上瘾、有耐受性、最后会减少快乐的东西。很奇怪的是，我的男性病人会渴望A片，但是却不喜欢它。

我们一般的看法是，上瘾者去寻求更多使他上瘾的东西，因为他喜欢这个东西所带给他的快乐感觉，不喜欢没有这个东西时所产生的戒断症状。但是毒瘾者在知道药剂不足、不会带给他高潮时，还是会去吸毒，而且明知这会使他更渴望毒品，最后使他产生戒断症状，他还是会去吸。渴求跟喜欢是两回事。

一个上瘾者会有不可抑制的渴望，因为他的大脑已经改变了，使他对毒品或吸毒经验更敏感。敏感性跟耐受性不同。当耐受性发展出来时，上瘾者需要越来越多的毒品或A片来得到快乐的感觉；当敏感性发展时，他需要越来越少的毒品就可以使自己产生强烈的渴望。所以敏感性增加了他的动机和渴求，虽然他不一定喜欢它。接触过会上瘾的毒品或会上瘾的行为会使敏感性增加，因为大脑中累积的ΔFosB增加了。

A片比一般的性满足更令人兴奋，因为我们大脑中有两种不同的快乐系统，一个跟兴奋的快乐有关，一个跟满足的快乐有关。兴奋的系统跟“胃口”（appetitive）的快乐有关，我们在想象某些我们想要的东西（例如性行为或一顿美食）时，这个系统会活化起来，它的神经传导物质都是跟多巴胺有关的生化物质，它提升了我们的紧张程度。

第二种快乐系统跟满足有关，或称为完成的快乐，是完成性行为或吃完了美食所带来的平静、满足感。它的生化物质是大脑中所分泌的脑内啡（endorphins），这是一种类鸦片（opiates）的物质，给人宁静、

极乐的感觉。

A片提供无止境的性对象，纯粹是泄欲的工具，它过度活化了胃口的系统。看A片的人在大脑中根据他们所看到的图片或录像带发展出新的地图。因为我们的大脑是用进废退的，当我们发展出新的大脑地图时，我们会想要去维持它的活化，使疆域不被抢走，就好像我们坐了一整天办公室，我们的肌肉会不耐烦地想要运动一样，我们的感官也急着想被刺激。

按杆的老鼠

坐在计算机前面看A片的人就像美国国家卫生研究院老鼠笼中的老鼠，按杆以得到一点多巴胺。虽然他们自己并不知道，他们已经被引诱进入A片的训练历程了。因为一起发射的神经元会联结在一起，这些大量看A片的人会把A片的影像跟大脑的快乐中心绑在一起，他们在离开计算机后还会有这些影像出现，或当他们与女友性交时，这些影像也会出现来助兴。每一次他们觉得性兴奋，自慰达到性高潮时，多巴胺就会分泌出来强化当时大脑的神经回路，不但这个奖赏报酬会加速这个行为，他们在买《花花公子》杂志时也不会觉得不好意思，这个行为现在没有“惩罚”，只有奖赏了。

这些会使他们兴奋的内容随着色情网站中新的主题和新的剧本而改变，也在不知不觉间改变着他们的大脑。因为可塑性是有竞争性的，一个新的、令人兴奋的影像的大脑地图会扩张，牺牲旧的、过去吸引他的影像。我认为这是他们开始觉得女朋友对自己已经失去吸引力、不再引起性欲的原因。

色情如何改变托马斯的脑

辛·托马斯（Sean Thomas）的故事最早是刊登在英国的《观察者》（Spectator）杂志上，描述了一个人如何逐步坠落到色情上瘾的地狱中，让我们看到色情如何改变大脑地图，改变性品位、性偏好，以及在这个历程中，关键期所扮演的角色。托马斯写道：“我过去从来不喜欢A片或色情杂志。没错，20世纪70年代，当我在青少年时期，我有几本《花花公子》藏在枕头底下。但是整体而言，我并不喜欢那种穿得很少的脱星或小电影。我觉那种电影很无聊，重复性太高，去买那种杂志很令人尴尬。”他对色情电影的无情节感到厌倦。但是在2001年，他第一次上网后不久，他对别人所说的网络色情感到好奇。许多色情网站是免费的，是用来钓鱼的，目的是诱使人们进入更色情的网站。他看到很多裸体的女孩，就是一般人们性幻想中那种很性感的女郎，设计来使人在不知不觉中按下大脑中的按键。

托马斯发现有一些影像和剧本吸引着他，这使他第二天再回去看更多的这类图片，然后，再一天、再一天，不久他就发现，只要有一两分钟的空档，他就会饥渴地上网去搜寻网络色情。

有一天，他偶然看到一个网站有着打屁股的图片，他很惊讶地发现，这些图片竟然使他很兴奋。托马斯很快就找到很多类似的网站，如“伯妮的打屁股网页”、“打屁股大学”等。

“就在这个时候，我上瘾了，”他写道，“我开始想，我还有什么其他的性偏好是我自己所不知道的；在我的性欲中还有什么秘密是隐藏在墙角，我现在可以在我自己家中，不受别人干扰地把它找出来的。结果还真的不少。网络让我看到各种不同的性幻想，在网络上满足这些欲望只

会导致更多的欲望。”

在他看到打屁股的图片之前，他所看到的只是使他有兴趣，但并不会驱使他一直想去看，别人的幻想对我们来说是很无聊的，托马斯的经验跟我其他病人的很相似，在他们了解自己在看什么之前，他们已经看了几百张图片和场景，直到他们碰巧看到一张影像或一个色情剧本触动了埋藏已久的主题，使他们兴奋起来。

一旦托马斯发现了这个影像，他就改变了。那张打屁股的图片完全吸引了他，完全的注意力符合大脑可塑性改变的条件。网络上的色情图片随时随地在计算机上，一叫就出来，不像真实的女人还要看她是否高兴。

现在托马斯上瘾了，被钓上了。他想要控制自己，但是他发现他一天花5个小时在计算机上。他偷偷地在网络上浏览，一天只睡3个小时。他的女朋友觉察到他的疲倦，怀疑他是不是劈腿。他的睡眠不足使他的健康亮了红灯。他得了一连串的感染，进了急诊室，这终于使得他去检讨，他这样做究竟丢掉了什么，又得到了什么。他开始询问朋友，发现很多人都跟他一样，上钩了。

网络创造新的性幻想

显然，托马斯的性欲中有什么东西是他自己所不知道的，现在浮上了台面。网络只是凸显出这些性怪癖，还是帮助创造了它？我想它是创造了新的性幻想，这一部分的性是浏览者自己原来所未意识到的，网络将过去这些片段凑起来形成新的性幻想。弗洛伊德发现这种性幻想会使人念念不忘，是因为其中有关于个人经验的情节，例如有些异性恋的男人会对女同性恋中年纪大的女性挑逗年轻女性的场景感兴趣，这可能是

男生在童年期多半被母亲所掌控，为他穿衣服、脱衣服，替他洗澡。在童年早期，许多男生可能都经历过一个阶段，在那个阶段中，他强烈地认同他的母亲，觉得自己像个小女孩，而他们后来对女同性恋的性行为感兴趣表示他们潜意识中残留的女性认同。硬里子的色情电影揭开了一些早期的神经回路，这些回路是在性发展关键期形成的，所以将那些早期、已经遗忘或被压抑的片段带回来了，将这些片段组合在一起形成新的神经回路。色情网站是把一些大家通常所见到的类别中奇特古怪的性图片综合在一起，吸引有各种喜好的人上网，但是上网者迟早会看到某一个组合正中他的要害，立刻在他大脑中按下了他的性按钮，他就上钩了，每一次他上网去浏览这些图片，他的神经回路就被增强一次，手淫、释放多巴胺又强化了这个回路的联结。他创造了一种新的性欲，一种从埋藏已久的性倾向中长出来的新性欲。因为他通常会发展出耐受性，所以这种新性欲所带来的快乐必须用释放攻击性的快乐来补充。性和攻击性的图片就越来越混合在一起了，因此，硬里子的色情就越来越走向变态的性虐待和暴力了。

重新设定的美感

关键期为我们奠定了根基，青少年期的恋爱及后来长大后的亲密关系为我们提供了一个机会，第二次大大改变我们的大脑地图。19世纪的小说家司汤达（Stendhal）了解爱可以导致吸引力的巨大改变。浪漫的爱引发这么有能量的感情，它使我们重新检视我们认为有吸引力的东西是什么，它甚至可以克服所谓客观的美丽。司汤达在《论爱情》（On Love）这本书中描述了一个年轻的男子埃布尔力克遇见了一位比他情妇更美丽的女子，但是他的情妇对他的吸引力远大于这位美貌的妇人，因为他的情妇带给他许多其他的快乐。司汤达把这叫作“被爱拔去刺的美丽”。爱这么强烈可以改变吸引力，使情妇脸上的痘疤就可以引发埃布尔力克的性欲。因为他在这些痘疤中感受到许多正向的情绪，如受到别人全神贯注的倾听、全力的呵护，使他一看到痘疤，这些鲜明的愉悦回忆就浮上来了，所以在这里，丑陋变成了美丽。

这种喜好的转变会发生，主要是因为我们不仅是因为外貌而爱上别人。在正常的情况下，我们是先认为对方有吸引力才会爱上他，但是这个人的个性，还有很多其他的人格特质，包括他能使我们对自己感觉良好，都会使我们爱上他。恋爱会引发一种非常愉悦的情绪状态，它可以使痘疤都变得有吸引力，可塑性重新设定了我们的美感，下面是我认为它起作用的原理。

全面性的快乐感

20世纪50年代，研究者发现边缘系统（limbic system）中有一些快乐中心（pleasure centers），边缘系统是大脑处理情绪的地方。在罗伯特·希思（Robert Heath）医生的实验中，他将电极植入病人边缘系统的中隔区（septal region），然后通上电流，病人感受到强烈的极乐感受（euphoria）。当希思医生要终止这个实验时，病人恳求他不要停止。中隔区在病人谈论他们所喜欢的主题或性高潮时，都会发生活化。这些快乐中心是大脑报酬系统中脑-边缘区多巴胺系统（mesolimbic dopamine system）的一部分。1954年，詹姆斯·奥尔兹（James Olds）和皮特·米尔纳（Peter Milner）发现，他们在教动物学习一个新作业时把电极插入动物的快乐中心，动物会学得比较快，因为学习变得这么愉快，带给动物这么多的报酬，使动物全心想去学。

当快乐中心被活化时，我们所有经验的东西都变成愉悦的。可卡因的作用就是降低快乐中心的阈，使它比较容易发射。可卡因使我们上瘾不仅仅是它带给我们快乐，主要是它使我们的快乐中心非常容易发射，使我们经验到的每一件事都变得非常快乐。也不是只有可卡因可以降低快乐中心的发射阈，躁郁症（bipolar disorder）的病人在狂躁时，他的快乐中心也很容易活化起来。陷入爱河谈恋爱时，快乐中心的发射阈也很低，很容易活化。

当一个人因吸用可卡因而达到高潮时，当一个躁郁症的病人在狂躁时，当一个女人在恋爱中时，他们都会对所有的事情乐观，因为上面这三个情形都会降低胃口快乐系统发射的阈，这个系统是以多巴胺为主的系统，跟我们预期得到想要东西的快乐有联结。上瘾的人、狂躁的人、坠入爱河的人都对未来充满了希望，都对可能带给他们快乐的东西非常

敏感，如鲜花、新鲜的空气、一个友善的手势都使他们对人类充满了感恩，虽然以前这些东西他们可能不屑一顾，但是他们对未来的预期降低了快乐中心的阈，世界上每一样东西都变得如此美好。我把这种情绪叫作“全面性的快乐感”（golbalization）。

人在恋爱时，这种全面性的快乐感是很强烈的。在情人的眼光中，世界一切都很美好，情人当然更不可能有任何缺陷。我认为爱情之所以是这么有力量的可塑性改变催化剂，原因之一就在于快乐中心这么容易就活化，使这个人不但用浪漫的眼光来看他的爱人，同时用浪漫的眼光来看整个世界。因为我们的大脑感受到多巴胺大量地涌出，而多巴胺固化大脑的改变，所以我们在恋爱阶段所感受到的任何快乐经验，任何与这个快乐经验有关的联结都深深印入我们脑海中，不会忘记了。

全面性的快乐感不但使我们从世界中得到更多的快乐，同时使我们比较不容易感受到痛苦、不愉快等负面的情绪。希思的实验显示当我们的快乐中心活化时，会使旁边的痛苦中心和厌恶中心难以活化，过去会使我们不高兴的东西在谈恋爱时反而不会了。我们很喜欢谈恋爱，不只是它使我们很容易就感到快乐，还因为它使我们不容易感到不快乐。

全面性的快乐感同时也制造了一个机会让我们对吸引我们的东西发展新的口味和偏好，就像埃布尔力克因痘疤产生快乐一样。一起发射的神经元会联结在一起，一般人认为不好看的痘疤，因为与快乐的感觉联结在一起了，就被大脑设定为快乐的来源了。同样的机制也可能解释一个已经戒毒的人在经过他第一次吸食可卡因的黑巷时，他会突然充满了渴望，有时这个渴望会强到使他再回去吸毒。他在高潮时所感受到的快乐是如此强烈，使得肮脏的黑巷通过联结，变成可以诱惑他的东西了。

爱的化学机制

所以爱其实是有化学机制的，而浪漫的阶段其实反映出的是我们大脑的改变，不但是在获得爱情的极乐状态时，同时也在失恋的极端痛苦时。弗洛伊德是第一个描述可卡因心理作用的人，也是第一个发现它的医疗效用的人，他窥视到这个化学作用。1886年2月2日，在写给他未婚妻玛莎（Martha）的信中，他描述他在写信时正在吸食可卡因，因为可卡因在大脑系统上很快就发挥作用了，这封信让我们看到可卡因的效果，他先描述这个药物如何使他滔滔不绝地说话，把一切都招供出来。信一开始求恕的口气不见了，他开始大无畏地认同他的犹太祖先，捍卫耶路撒冷的犹太教殿堂。他觉得可卡因的效果可以比拟跟玛莎在一起的浪漫感觉，像魔术般地消除他的疲劳。在另一封信中，他描述可卡因如何减少他的害羞和沮丧，使他达到极乐境界，增加他的精力、自信心、自尊心、热情等。他描述了一个近似“陶醉在浪漫”中的情绪状态：人们觉得心情很好，整晚说话说个不停，有无限的精力、性欲、自尊、自信、热情，但因为他们觉得什么都很好，判断力就不行了。这些都是提升多巴胺的药物（如可卡因）造成的。最近以功能性核磁共振（functional magnetic resonance imaging，fMRI）扫描正在看爱人相片的人，大脑中有最多多巴胺受体的地方活化了，情形跟吸食可卡因的人一样。

但是爱情的痛苦也有它的化学机制。当情人分离太久，他们感受到无穷尽的思念、渴望爱人回来时，他们会焦虑，会对自己没有信心、失去精力、无精打采、沮丧，假如这时接到情人的一封信、一个电子邮件、一通电话，他们马上恢复精力，好像打了一剂兴奋剂似的。假如分手了、失恋了，他们会沮丧，情况跟躁狂正好相反。这些上瘾的症状—

高潮、低落、渴望、退缩，是大脑中可塑性改变的主观征象，因为他们的大脑已经对情人的出现和离去做了调适性的改变。

恋人之间感情再好，久了以后也会产生耐受性，就像我们对毒品会产生耐受性一样。大脑中的多巴胺喜欢新奇的东西，当一夫一妻制的配偶对彼此产生耐受性，失去了过去曾经有过的浪漫高潮后，大脑可塑性已经非常适应彼此的一切，所以很难再像以前一样兴奋起来。

幸好，恋人依然可以刺激他们的多巴胺，保持他们的高潮。通过以下方式他们可以把新奇感再注入旧关系中，例如，可以去度个浪漫的假，尝试新奇的活动，穿新的衣服，或是想办法让对方惊喜。他们要用新奇感来打开大脑中的快乐中心，使他们的经验（包括彼此）带给他们快乐和兴奋。一旦快乐中心启动了，全面性的快乐感就开始了，恋人或配偶的新影像又跟意料之外的快乐联结在一起，它又连接到大脑中去，我们的大脑就是演化来对新奇的东西起反应的。如果要充分感受到自己活着，我们就必须得不断地学习。当日子或爱情变得太容易预期时，就会看起来没有什么可学习的，我们也会焦躁不安，这是可塑性大脑的抗议，因为我们停止学新的东西，它就没有办法再去执行它最重要的工作—改变大脑了。

“去学习”的重要性

爱情扩展了我们的视野和心胸，因为它使我们感受到本来不会感觉到的情境和物体，同时使我们忘记或丢掉负面的联结，这是可塑性的另一个现象。

在科学上，“去学习”（unlearning）还是一个相当新的观念，因为可塑性是有竞争性的，当一个人发展出新的神经回路时，这个回路会变得很有效率，自给自足，就像习惯一样，很难去除或是去学习。在前面章节中，梅策尼希就曾经寻找“橡皮擦”使他能去除坏的习惯并加速改变。

学习跟去学习所用到的化学物质不同。当我们学一个新的东西时，那些一起发射的神经元会连在一起，这时，所产生的化学变化叫作长期增进效益（long-term potentiation，LTP），这会加强神经元之间的联结。当大脑在去除一些已经有的联结时，另一些化学作用必须产生，叫作长期抑制效应（long-term depression，LTD，这个“抑制”与抑郁症的抑制是没有关系的）。去学习及减弱神经之间的联结也是大脑可塑性的一种，它跟学习一样重要。假如我们只强化而不去除，我们的神经回路会饱和，实验证据显示忘记或去除现有的记忆是一个必要的行为，让新的记忆在我们的回路中有空间生存。

当我们从一个发展阶段进阶到另一个阶段时，去学习是必要的。在青春期的后期，女孩子离开家去上大学，她跟她的父母都要经过一段悲伤和大量的大脑改变，因为他们要改变旧的情绪习惯、日常生活的惯例以及自我的形象。

第一次坠入爱河也是进入一个新的发展阶段，它也需要大量的“去学

习”。当人们彼此承诺时，他们必须剧烈地改变现有的情况，凡事不再只为自己想，过去跟别人的依恋关系也要改变，这样才能将一个新的人融入自己的生活。现在生活需要不停地合作，调整两人的步调才能一致前进，大脑情绪中心、性欲中心和自我中心都需要大量地重组，百万以上的神经回路得重新找到最适合它的地方，这是为什么对很多人来说，谈恋爱就像失去自己的认同似的。这次坠入爱河也等于跳出了上次旧的爱河，在神经的层次上，这也需要“去学习”。

当一个人的订婚戒指被退回时，初恋情人让他心碎，他看世界上成千上万的女人，但是没有一个比得上他的未婚妻，因为他认为她是他的真爱，她的影像在他心头萦绕不去。他无法“去学习”第一个情人对他的吸引力。或者，一个结婚20年的女人突然变成了寡妇，她拒绝出去约会，因为她无法想象自己会再坠入爱河，找一个别的男人来取代她先生的念头使她觉得被冒犯了、不舒服。许多年过去了，她的朋友劝她说现在可以抛下旧的回忆往前看了，她还是不能。

通常这种人不能往前走是因为他们还没有悲伤够，生活没有所爱的人相伴对他们来说实在太痛苦了，不能忍受。从神经可塑性的观点来看，假如一个浪漫的男子或年轻的寡妇要想开始新的生活而没有旧包袱，他们必须先重新设定大脑中千百万的神经联结。弗洛伊德注意到哀悼是零碎的，虽然现实告诉我们，所爱的人已经走了，不可能再回来了，我们还是会不时地去回忆起一小段往事，重温一次旧爱，然后再让它走。从大脑的神经层次来说，我们是把形成这个人的神经回路分别地叫出来，重新经历这个记忆，然后一一跟这些回路道别。在哀悼时，我们学习没有所爱在身边也能继续生活下去。但是这个历程的困难是在于，我们必须先“去学习”这个人仍然存在、我们可以依赖他的观念。

催产素重组大脑

加利福尼亚大学伯克利分校的神经科学教授沃尔特·弗里曼（Walter Freeman）是第一个将爱与大量“去学习”连接在一起的人，他收集了许多令人信服的生物学上的事实来支持大量神经重组发生在生命的两个阶段：当我们坠入爱河时，以及当我们为人父母时。弗里曼认为大量的大脑重组（这个重组远比我们在学习或去学习时多得多）主要是因为大脑有个神经调节器（neuromodulator）。

神经调节器跟神经传导物质不同。神经传导物质是在突触的地方释放出来使下一个神经元兴奋或抑制。神经调节器是强化或减弱突触联结的整体效果，而且使这个效果维持长久。弗里曼认为当我们对情人作出承诺时，大脑中的神经调节器——催产素（oxytocin，又名激乳素）会释放出来，让现行的神经联结融化，从而能接受更大量的改变。

催产素有时被称为承诺的神经调节器，因为它强化哺乳类动物的关系联结。当爱人做爱时，它会被释放出来（对人类来说，在性高潮时，男女都会分泌出催产素），当父母在照顾他们的孩子时，也会分泌。对女人来说，在分娩和哺乳时，催产素会分泌。有一个功能性核磁共振的实验显示当母亲在看孩子的相片时，大脑催产素受体最多的地方会活化起来。对男性来说，有一种近似的神经调节器叫血管压缩素（vasopressin），当一个人成为父亲时就会分泌。许多年轻人怀疑自己是否有这个能力去承担做父母亲的责任，他们一定不晓得催产素可以改变他们的大脑，使他们可以承担演化加在他们肩头的责任。

有个研究一夫一妻制草原田鼠（prairie vole）的实验显示了催产素的重要性。催产素通常是在草原田鼠交配时分泌，这使它们白头到老，

不会花心。假如把催产素注射进母鼠的大脑中，它会跟最靠近的一只公鼠结成夫妻，此心不渝。假如把血管压缩素打入公鼠的大脑中，它也会和最靠近的母鼠喜结连理。催产素跟孩子依恋到父母身上有关系，控制它分泌的神经元有自己的关键期。在孤儿院长大的孩子，小时候跟人没有密切的接触，长大后就会跟人有联结上的问题。即使被很有爱心的家庭收养很多年后，他们大脑中催产素的浓度还是很低。

就像多巴胺使我们兴奋、动作加快、引发性兴奋，催产素使我们安静、心情温和、语气婉约、容易依恋到别人身上，并使我们降低戒心。最近有个研究显示催产素也可以激发我们对别人的信任。当先给受试者从鼻子吸入催产素，然后再要他去参加一个投资游戏时，他会比较敢把钱交给别人去投资，比控制组更容易相信他人。虽然催产素在人类身上的作用还需要更多的研究，但是目前现有的证据显示它对人类也有跟草原田鼠一样的作用：使我们对配偶忠诚，而且全力照顾孩子。

不过催产素对“去学习”来说有另外一种作用。当母羊生小羊时，催产素分泌到母羊的嗅球（olfactory bulb）中，嗅球是大脑中负责嗅觉的器官。母羊和很多其他的动物是靠嗅觉跟孩子联结在一起的，母羊凭借着小羊身上的味道来哺乳，它只喂自己的小羊，不喂有不熟悉味道的小羊。但是假如在母羊闻不熟悉味道的小羊时，把催产素打入它的大脑中，它就会给这只小羊哺乳。

催产素并不是在第一只小羊出生时就分泌的，只有在小羊都生出来以后才分泌。这表示催产素扮演着橡皮擦的角色，把母亲和第一只小羊之间的联结擦掉，使母亲可以跟第二只小羊形成联结（弗里曼怀疑让母羊和第一只小羊联结的是其他的化学物质）。催产素可以把习得的行为擦洗掉，这已经使科学家称它为“失忆荷尔蒙”（amnestic hormone）。弗里曼认为催产素融化了原来负责依恋作用的神经联结，使新的联结可

以形成。在这个理论里，催产素并没有教父母亲如何去带孩子，它也没有使恋人互相配合或对彼此温存，它是让他们可以学习新的行为模式。

爱与性最深的意义

弗里曼的理论可以解释爱情和可塑性如何相互影响。可塑性使我们的大脑有独特性，因为我们每一个人的生活经验都不同，因此反映生活经验的大脑当然也不同，我们很难找到第二个人跟我们有同样的观点，喜欢我们所喜欢的东西，或者跟我们一样地与人合作。但是生命的延续需要彼此的合作，大自然提供给我们的是像催产素这样的神经调节器，它有能力使两个相爱的人经过一段很强的大脑可塑性时期，使他们相互影响，像捏陶一样，塑造彼此的意图与看法。大脑对弗里曼来说，就是一个社会化的器官，所以必须有一个机制，时不时校正我们太过个别化的倾向，让我们不要过于自我中心，只顾自己。

就如弗里曼所说的，性经验最深的意义不是在快乐，甚至不是在生殖，而是在提供一个机会去克服唯我主义者的鸿沟，打开大门，不论有没有人要进来，至少它做到打开了门，所以建构互信的其实不是前戏，而是后戏（after-play）。

弗里曼的理论让我们看到爱的各种不同形态：没安全感的男人在做完爱后，会迅速地离开，因为他害怕如果留下来，会被她影响；女人比较容易爱上与她性交的男人。男人会突然地转变，从对孩子视而不见到对自己的孩子万般呵护。我们会说“他成熟了”和“孩子优先”。但他可能是有催产素的帮忙，使他从根深蒂固的自私行为模式中跳出来变成好爸爸。如果将他和从来不曾恋爱过的单身汉相比较，你会发现随着年龄的增长，单身汉会越来越自我中心，脾气古怪，做事僵硬不妥协，大脑的可塑性通过重复发生，增强了他每天生活一成不变的惯例。

爱情的“去学习”也使我们改变了对自己形象的看法。假如我们有一

个好配偶，这会使这个形象更好，但是它也使我们在坠入爱河时很容易受伤害。这可以解释为什么这么多自我意识很强的男女，在爱上一个很有权力欲、喜欢操控和贬低别人以抬高自我的人后，会失去所有的自我，变成自我怀疑、对自己没有信心的人。这种伤害往往要经过很长的时间才能恢复。

爱与暴力的融合

了解“去学习”及大脑可塑性一些细微的重点对我治疗病人很重要。到A先生上大学时，他发现自己在重演他的关键期经验，对情绪不稳定的女人有偏好，喜欢像他母亲一样的女人，觉得他的责任是爱及拯救这些女人。

A先生陷在两个可塑性的陷阱中。

第一个陷阱是跟一个体贴、稳重的女人建立亲密关系。这种女人可以帮助他“去学习”对有问题女人的爱，可以教他以新的方式去爱，但是这种女人就是没办法引起他的兴趣，虽然他很希望可以。所以他陷在具有破坏性、毁灭性的致命吸引力中，而这种吸引力在他童年的关键期就形成了。

第二个陷阱也可以用可塑性来解释。最折磨他的症状之一是，在他脑中性和暴力几乎完全地融合在一起，他感到爱一个人就是要打她、虐待她，把她活生生吞下去，而他觉得被别人所爱也是这样。他感觉性交是暴力行为，这种感觉其实很困扰他，但是同时又令他兴奋。他只要一想到性交，就马上想到暴力，而想到暴力也会马上想到性交。当性冲动时，他感到自己是危险的。他缺乏分开的大脑地图，一个负责暴力，另一个负责性。

不该合在一起的地图

梅策尼希谈到好几个大脑陷阱，都是两个地图应该分开时却合在一起了。如同我们前面看到的，当猴子手指的皮肤被缝在一起而必须一起动作时，因为这两根手指的神经元是一起发射的，所以它们的地图就连

在一起了。但是他同时发现，在我们日常生活中，地图也常常融合在一起。当一位音乐家常常用两根手指弹奏一个乐器，假如次数非常频繁，这两根手指的地图就会融合成一个。当他要去动一根手指时，另一根也会跟着动。他越是想要做一个单独手指的动作，就越是让这两根手指一起动，这个地图也越被强化。他越想跳出这个陷阱，就陷得越深，变成所谓的局部肌张力不全症（focal dystonia）。这种同样的大脑陷阱也发生在说英文的日本人身上，因为日本语中不区分r和l，所以他们大脑中没有这两个音的地图，日本人听不出r和l的差别。每一次他们想要发出这个声音，每一次都说错，而这个想要练习的尝试就更增强了说错的机会。

这正是我认为A先生所经历的。每一次他想到性就想到暴力，每一次他想到暴力就想到性，结果增强了大脑中这两个地图的融合。

重新学习做人

梅策尼希的同事拜尔（Nancy Byl）是一位复健科医生，她教那些不能控制手指的人重新区分出他们手指的地图。要点是不要想去单独移动手指，而是像婴儿一样，重新学习如何使用手指。她在治疗一个吉他手时，先让他在一段时期内不要弹吉他，把融合在一起的地图先松开一下。他握着没有弦的吉他好几天，然后在吉他上装一根弦，弹这把吉他就跟弹正常的吉他感觉很不一样，他要用一根手指仔细地去感觉这把吉他，然后再装上第二根弦用第二根手指去弹，最后，融在一起的大脑地图分开了，成为两个不同的地图，这位吉他手就可以再弹吉他了。

A先生来我诊所做心理分析。起先，我分析出为什么他的爱会和暴力融合在一起，找到他大脑陷阱的根源：他酗酒的母亲常常同时给他性和暴力的感觉。但是当他还是不能改变吸引他的东西时，我用了梅策尼希和拜尔的方法去分开他的大脑地图。在治疗中有很长一段时间，只要A先生在性欲以外，表示出任何一种身体上的亲近，我就立刻指出来，要他仔细地观察这个行为，告诉他他是可以有正向的感情，可以有亲密关系的。

当暴力的思想浮现时，我要他从经验中搜索，找到攻击性和暴力没有跟性在一起的例子，当这些例子出现时（纯粹身体上的亲近，或是非毁灭性的攻击），我提醒他注意这些。一段时间之后，他逐渐可以形成两个不同的地图：一个是身体上的亲近，这个跟他从母亲那里得到的诱惑经验完全不同；另一个是攻击性（包括健康的肯定态度），这跟他在母亲喝醉酒时所得来的无意义暴力经验完全不同。

把性和暴力在他大脑地图上分离了以后，他对性与亲密关系的感觉

好了很多。这种改善是阶段性的。虽然他不是马上可以爱上健康正常的女人或被这种女人吸引，但他的确爱上了一个比他以前女朋友正常一点的女人。他从这段爱情得到一些“去学习”的好处，这个经验使他可以逐渐进入比较健康的男女关系，每一次又多“去学习”一些以前不好的经验。到治疗结束时，他是一个健康、满足、婚姻幸福的人。他的人格及他的性偏好已经大大地转换过来了。

性受虐狂的痛苦与快乐

重新设定我们的快乐中心以及我们的性喜好后天习得的程度，这两个现象在像性受虐狂一样的性变态（perversion）中最显著。性受虐狂是把身体上的痛苦变成性方面的高潮。要做到这一步，大脑必须把原本不愉快的变成愉快的，而且将本来会引发疼痛系统的脉冲通过大脑的可塑性与快乐系统设定在一起。

有这种病态性偏好的人常常生活在攻击活动和性活动混合的环境中，他们对羞辱、敌意、违抗、蔑视、鬼鬼祟祟、罪恶既褒扬又崇拜，并以打破禁忌为荣，他们觉得自己的不正常是很特别的事。这些违抗、蔑视的态度是他们享受性变态的主要原因。这种把性变态理想化、贬低正常状态的行为在弗拉基米尔·纳博科夫（Vladimir Nabokov）的小说《洛丽塔》（Lolita）中表现得最清楚。在这部小说中，一个中年男子崇拜并与未发情前的12岁女孩性交，同时对年长一点的女孩表示轻蔑。

性虐待狂是性和攻击性两个相似的倾向在大脑中融合起来的缘故，这两者都各自能带来愉悦，合起来时愉悦就双倍了。但是，性受虐狂就比这个更厉害了，因为他们把原本的痛苦转换成快乐，从根本上改变了性驱力，更清楚地让我们看到愉悦和痛苦系统的可塑性。

将痛苦色情化

多年来，警察突击搜查性虐待的场所，所以警察对这方面的知识比大部分的临床医生多。有轻度这种毛病的病人常常是因焦虑、沮丧而来求医，但是严重的病人很少求医，因为他们喜欢性虐待。

罗伯特·斯托勒（Robert Stoller）医生是加利福尼亚州的心理分析

师，从实际参观洛杉矶性虐待俱乐部学到很多东西。他访谈参与硬里子性的受虐狂，他们被打到皮肉开花，真实遭受到肉体上的痛苦，他发现这些人在孩提时代都得过严重的身体疾病，都经历过各种可怕的、痛苦的医疗过程。他们必须住院很长一阵子，完全没有办法卸下他们的挫折、绝望与愤怒，所以造成了他们的性变态。在童年时期，他们有意识地把痛苦、无法表达的愤怒组织进白日梦中，或是手淫时的幻想中，所以他们可以重演这个创伤的故事而得到好的结局，然后跟自己说，这一次我赢了。他们赢的方式是将他们的痛苦色情化。

这种把原本是痛苦的感觉变成愉悦乍听之下很难相信，因为我们一向认为感觉和情绪要么是快乐的（如喜悦、胜利、性愉悦），要么是痛苦的（如悲伤、恐惧、哀悼）。事实上这个假设是不正确的，我们可以快乐地流下眼泪来，也可以有苦乐参半的胜利。精神病人可能对性愉悦有罪恶感，或对别人感到很高兴的事情根本没有感觉。传统上我们认为不愉快的情绪，如悲哀，可以通过音乐、诗歌、艺术表现出来，使人不只感到沉痛的悲哀，而且还可以将情绪升华。恐惧也可以是很兴奋的，如在鬼怪电影中或在坐云霄飞车的时候。我们的大脑似乎可以把很多情绪分到快乐系统或痛苦系统去。每一个联结都需要新奇的可塑性联结才能在大脑中定位。

斯托勒医生访谈的这些硬里子性受虐狂一定是把痛的系统连到了性愉悦的系统上，形成了神经回路，才会得到新的痛苦快感的混合经验。这些人在小时候都受过很多的痛苦，这样的事实其实就让我们知道他们在性可塑性的关键期，大脑被重新设定了。

超级性受虐狂弗拉纳根

1997年，有一部纪录片《病者：鲍勃·弗拉纳根的生命与死亡，超级性受虐狂》（Sick：The Life and Death of Bob Flanagan，Supermasochist）让我们看到可塑性与性受虐之间的关系。弗拉纳根在大庭广众之下进行他的性受虐表演，他是以艺术表演者和暴露狂的身份上场，他很会说话，很有诗意，有时甚至很有趣。

弗拉纳根生在1952年，患有囊肿性纤维化（cystic fibrosis）。这是一种基因上的毛病，主要病因在于肺和胰脏上分泌过多的黏液，阻塞肺的空气管道，使患者不能正常地呼吸，引出许多慢性疾病。他每呼吸一口气都是经过努力才得来的，常常一不小心就因为缺氧而变成蓝色。有这种病的人通常很小就死亡了，很少有人活到20岁以后。

弗拉纳根的父母从医院把他抱回家就注意到他在受苦，在他18个月大时，医生发现他肺里有脓，开始把长长的针插入他的肺中治疗。他非常恐惧这种疗程，绝望地喊叫。他的童年基本上是在医院中度过的，通常是全裸关在一个像气球一样的空间，使医生可以监控他流汗的情形（这是诊断囊肿性纤维化的一个方式），他想到陌生人可以看到他全裸的身体简直吓呆了。为了帮助他呼吸及抵抗感染，医生在他身上插满了管子。他也知道自己病情的严重性，他的两个妹妹都有囊肿性纤维化，一个6个月大就死了，另一个活到21岁。

虽然他后来成为美国加利福尼亚州Orange County Cystic Fibrosis Society海报上的那个孩子，变成了公众人物，但是他开始过一种秘密生活。当他还是小孩子时，如果胃一直痛，他就去玩弄他的阴茎以分散他对胃痛的注意力。等到他进高中后，他晚上会全裸躺在床上，全身涂满

黏黏的胶水，他自己也不知道为什么要这样做。他还用其他方式来伤害自己的身体。

当他31岁时，他爱上了一个来自不幸家庭的女孩罗斯（Sheree Rose）。在影片里，我们看到罗斯的妈妈当众羞辱她的先生——罗斯的老爸。罗斯说她的父亲非常被动，从来不曾对她表示过关爱。罗斯说她从小就爱指挥别人，她是弗拉纳根的施虐者。

弗拉纳根活过了20岁、30岁，到他40岁时，成为医学史上活得最长的囊肿性纤维化患者。

羞耻和疼痛如何变成快乐

要了解一个完全新奇的大脑回路可以发展到什么程度，才能把痛苦的系统连接到快乐系统上，我们必须了解弗拉纳根的神经系统可以忍受到什么程度。

弗拉纳根从孩童时期就认为他的痛苦可以变得快乐，这是他的幻想、白日梦。他不可思议的病痛历史印证了我的看法，他的病态性行为是来自他童年在医院的特殊经验，联结到他创伤的记忆上。例如，他把婴儿时期被绑在病床上的经历，变成成年后被绑起来的乐趣。

像这种童年的创伤重复在成年后的生活中出现其实是非常典型的性变态现象。恋物狂也有同样的童年痕迹。斯托勒医生说，恋物狂是某个物体抓住了童年的一个创伤回忆，这个回忆使他性兴奋。有一个人对橡胶内衣和雨衣产生恋物现象，原来是他小时候会尿床，他被强迫睡在橡胶床单上，这种经验在当时使他觉得非常羞辱，而且不舒服。弗拉纳根也有好几个使他性兴奋的工具：螺丝、钉子、夹子、槌子。他用这些作为性受虐的刺激物，因为在医院里，这些是医疗的辅助工具。

弗拉纳根的快乐中心无疑被设定成两种方式。第一，像焦虑这种一般来说是不愉快的情绪变得愉快了。他解释说：“他随时都在和死神抛媚眼，因为他知道他会早死，他必须克服自己的恐惧。”在他1985年的诗《为什么》（Why）中，他指出他的超级性受虐狂使他觉得自己是勇敢的、不可侵害的，是胜利者。但是他不仅仅克服恐惧，他被医生羞辱，医生把他的衣服脱光，放在透明塑料帐篷中测量他的流汗程度，他现在很骄傲地在艺术馆中公然地把衣服脱掉，为了克服他在小孩子时被脱光、被羞辱的感觉，他现在变成胜利的暴露狂。他把羞耻变成快乐，把

它变成不羞耻。

第二，肉体的痛苦变成了快乐，肉体内的金属现在使他感觉很好，让他兴奋、达到高潮。有些人会在强大压力之下，释放出脑内啡，这个成分很像鸦片的物质是我们身体制造出来减轻痛苦的东西，它会带给我们极乐的感觉。但是弗拉纳根解释他并不是感受不到痛—他是被痛所吸引，他越伤害他自己，他就对痛越敏感，也越感受到痛，因为痛觉与快乐的系统已经融合在一起了，所以越痛，快感越高。

孩子生下来是无助的，在性可塑性的关键期会做任何事情去避免被大人遗弃，尽量黏着大人，依恋可能可以保护他的人，即使他们必须学习去喜欢大人所引发的痛苦和创伤。在小弗拉纳根的世界里，大人是“为了要他好”而使他受苦。现在，他变成一个超级的性受虐狂，他真的把痛当成对他好的事。他很清楚他是陷在过去之中，重新过他的婴儿期，而且也说他伤害自己是因为“我已经是个大宝宝了，我愿意要这个样子”。或许他停留在被虐待的幻想中，是因为他不想长大，他知道死神一直在他身边伺机而动，他知道他的病会让他活不到成年，假如他一直停留在孩子阶段，像小飞侠彼得·潘那样，做个长不大的孩子，受着罗斯的虐待，说不定他不会早夭。

丧失神力的仪式

电影结束时，我们看到弗拉纳根奄奄一息，在做垂死的挣扎，他不再说笑话，开始看起来像只惊恐的困兽。观众看到他是一个小孩时一定是很害怕，在他发现用性虐待的方式来对抗他的痛苦和恐惧之前，他的日子真是无日无夜的恐惧。就在这时，电影告诉我们，罗斯想跟他分手，这引起他童年最大的恐惧—被抛弃。罗斯说问题出在弗拉纳根已经不再臣服于她，他看起来是完全心碎的样子。最后，她还是留下了，温

柔地照顾他。

在他弥留的时候，他很震惊地问道："我要死了吗？我不了解……这是怎么一回事？我从不相信我会死。"他拥抱痛苦死亡的性受虐幻想、性游戏和性仪式的力量那么强大，使他真的以为他打败了这个疾病，自己不会死了。

不好的性偏好可以改变

至于那些沉迷于色情影片的病人，在了解自己的问题出在哪里，也知道自己一再搜索色情影片其实是在加强大脑地图的可塑性后，大部分人都能说戒就戒，不再看色情网站。他们发现戒的时间长一点之后，他们又觉得自己原来的伴侣有吸引力了。这些人都没有上瘾的人格或严重的童年创伤，当他们了解自己的行为对大脑带来什么样的后果时，他们就立刻停止使用计算机一阵子，使神经网络联结变松一点，也使自己对色情的胃口减弱一点。这种后天习得的性嗜好比那种在性的关键期形成的性变态容易治疗得多。然而，即使像A先生这样的男人也可以改变他们的性偏好，因为让我们形成性变态的神经可塑性同时也使我们在经过严密治疗后习得新的、健康的性态度，有时甚至可以抛弃旧的、不好的性偏好。这种用进废退的大脑原则甚至在性欲和爱情方面也都适用。

第5章　午夜的复活　中风的病人学习如何行动与说话

迈克尔·伯恩斯坦（Michael Bernstein）是一位眼外科医生，也是位网球迷，他一周打6天的球。他已婚，有4个小孩，在正值盛年54岁时，不幸中风。当我与他在亚拉巴马州伯明翰市（Birmingham）的诊所会面时，他已经做完了新的神经可塑性疗程，复原而且回去上班了。因为他的诊所有许多房间，我以为一定有许多医生跟他一起看诊，但他说没有，有很多的房间是因为他有很多老年病人，与其叫病人走动到诊疗室去，不如他自己去看他们还快些。

“这些老人，有些人走得不是这么好，他们中风过。”他笑着说。

在他中风的那天早上，伯恩斯坦医生动了7个手术：例行的切除白内障、青光眼，以及精细的眼球屈光手术。

手术之后，他慰劳自己，去打网球，他的对手告诉他，他的平衡好像不太好，表现异常。打完球后，他开车去银行办点小事，当他想抬腿跨出底盘很低的跑车时，却没有办法。当他回到办公室时，秘书告诉他，他看起来不对劲。他的家庭医生刘易斯医生的诊所正好也在同一幢楼，刘易斯医生知道伯恩斯坦医生有轻微的糖尿病，也有胆固醇的问题，而且他的母亲曾经中风很多次，所以就先给他注射了一针肝素（heparin）阻止血液凝块，然后伯恩斯坦的太太开车送他去医院。

在接下来的12～14个小时，中风情况恶化了，他的整个左边瘫痪，这表示他的运动皮质区严重受损。

核磁共振的大脑扫描图确定了这个诊断，医生看到他的右脑果然有损伤。他在加护病房住了一个星期，情况有所改善，又在医院做了一个星期的复健（包括物理治疗、职能治疗和语言治疗）后，他就转到复健中心住了两个星期，然后出院回家。后续他又做了3个多星期的复健治疗，直到被告知疗程已做完，不必再来了。这是标准的中风后治疗。

但是他其实没有完全复原，他走路仍然需要手杖，左手仍然没有力气，他连把大拇指和食指捏在一起都不行。虽然他原来是惯用右手的，但其实他左、右手都能用，在中风前，他可以用左手开白内障。现在他完全做不到了，他没有办法拿叉子、把汤匙送到自己的嘴巴，或扣衬衫的纽扣。在他复健的疗程中，他们把他用轮椅推到网球场，给他一支网球拍，看他能不能握拍子，他没有办法，而且开始认为这一辈子也不可能再打网球了。虽然他被告知永远不可能再开他的保时捷，但等到有一天没有人在家时，他坐进他5万美元的跑车，将车倒出车库。他说："我倒车到车道时，左右看看有没有人，好像青少年在偷着开车一样。我开到巷子尽头时，车子熄火了，钥匙在车子方向盘的左边，我没有办法用左手扭转钥匙，我必须横过身子用右手才能转动钥匙，我的左脚没有力气，不是很容易踩离合器，不过我知道我是不可能自己离开车子的，只好打电话叫家人来把我接回去。"

伯恩斯坦医生是最早去到陶伯诊所（Taub Therapy Clinic）求医，接受爱德华·陶伯（Edward Taub）所创"限制-诱导"（constraint-induced，CI）运动治疗法的人之一。[1]在伯恩斯坦医生参加这个疗程时，这个疗程尚在研究阶段，但是伯恩斯坦想，反正他没什么可损失的，姑且死马当活马医，试一下吧！

他在限制-诱导疗程上的进步非常快，他说："疗程非常紧凑，早上8点开始，一直不停到下午4点半才结束，连午餐时也不停止。在那里，

只有两个病人，因为这是限制-诱导治疗的开创时期，还没有很多外人知道。另一个病人是一位护士，比我年轻。大约只有四十一二岁。她是在生产后中风的，不知为何，她一直在与我竞争。”他笑道：“不过我们相处得很好，我们相互帮忙，他们要我们做很多劳役的事，比如说，把罐头从架子上拿下来，搬到另外一个架子上。因为她矮，所以我放上层的架子，把下层留给她用。”

他们要洗桌子、擦窗户来训练他们的手臂画圆圈，为了强化手的大脑回路，他们要用无力的手去拉很紧的橡皮筋，尽量把橡皮筋撑开。“然后我得坐在那里用我的左手练习写ABC。”两个星期之内，他学会了用虚弱的左手写字母，到疗程结束时，他可以在玩拼字游戏时用左手捡出小片的字母并把它放到对的位置上，他的精细肌肉运动控制恢复了。他回家后，继续这个练习，所以情况一直在改善。他还接受电疗法，用电流刺激他的左手臂，使他的手臂神经活化。

他现在回到诊所，继续每天繁忙地看诊，还是一周打3天的网球。他的左脚仍有问题，使他在打球时跑不快，他现在正在改进左腿的力量。

他还有一些其他的小毛病，他觉得他的左臂并未完全正常，这在限制-诱导治疗法上是很正常的，功能有恢复，但是不可能回到未发病前的情况。当我要他写ABC时，他的左手写出来的字很好看，并没有歪歪扭扭，我绝对猜不出他曾经中风过，或他是一个惯用右手的人。

虽然他觉得他可以回去重新操刀了，但他决定还是不要，因为万一病人要告他医疗不当时，律师第一个想到的就是他曾经中风过，根本不应该操刀做手术。谁会相信一个中风的病人可以恢复得这么好呢？

[1]　陶伯博士是最早在动物身上看到大脑神经联结会因外界刺激的要求

而改变的人，是一个有创意又勤奋做实验的神经心理学家，不幸生不逢时，碰到20世纪80年代动物解放阵营（Animal Liberation）蓬勃的时候，他的实验室被“动物解放军”（Animal Liberation Army）攻入，破坏一切，并将他告上法院，说他虐待动物，事实上，所有医疗研究在用到人体实验之前，都是先用动物做实验。他被美国国家科学基金会及美国国家卫生研究院停权，不准做实验，官司缠身许多年，最后他赢了，但青春已去，他到了德国，又作出几个有名的实验，最后改行开复健诊所，将他早期在动物身上看到的，在他打官司期间已经被别的实验室确认可行的改变大脑结构方式，拿来用在中风病人身上。——译者注

陶伯与“限制-诱导疗法”

中风是一个突如其来的打击，大脑从里面受到一拳。一团血块阻碍了大脑血液的流通，使大脑的组织缺氧而死亡。严重的情况是使中风者变成以前自己的影子，终身监禁在疗养院中，锁在自己的身体中，像婴儿一样被人喂食，不能照顾自己，也不会动、不会说话。中风是造成美国成人残障主要的原因之一。虽然它主要危害老年人，但是现在已有三四十岁中风的病例出现了。急诊室的医生可以用溶血栓药物或停止大脑出血的方式，减轻中风的后遗症，使它不要变得更糟，但是一旦伤害已造成，现代医学可以着力的地方很少——直到陶伯发明以神经可塑性为基础的限制-诱导治疗法。在限制-诱导治疗法之前，医学上对中风病人瘫痪的手臂并没有一个有效的治疗法。有一些个案报告恢复功能，如前面提的巴赫-利塔的父亲，有些病人自己复健，恢复了，但是一旦他们的情况停止改善，传统的医疗是帮不上忙的。陶伯的治疗法改变了这一切，他帮助病人重新组织大脑。许多中风多年的病人，已经被告知情况不可能改善了，经过陶伯的限制-诱导治疗法后，竟然可以走动了。有些人恢复了说话能力，还有脑性麻痹的孩子重新学会控制手脚的肌肉。这同样的治疗法也为脊椎损伤患者带来了希望，帕金森症患者、多发性硬化症（multiple sclerosis）患者，甚至关节炎患者都蒙其惠。

但是很少人听过陶伯的突破性研究，他1/4世纪之前就已经为神经可塑性打下了基础。1981年，他被禁止发表他的研究成果，因为媒体、舆论把他塑造成20世纪最邪恶的科学家。他研究所用的猴子变成历史上最有名的实验室动物，不是因为从这些猴子身上得出来的实验成果，而是这些猴子被认为受到虐待。这个控诉使他几十年来不能做研究，也找不到工作。这些控诉在当时看起来合理，因为陶伯的研究走在时代的前

端，他的同侪远远落后于他。他认为长期中风的病人可以用神经可塑性为基础的治疗法去复健，他的同侪完全看不到这一点，他被认为是异端邪说，只差没有绑在火柱上烧死。在历史上，走在风气之先的人，都要付出这个代价。

神经被剪断的手动了

陶伯是一个整洁、自律、注意细节的人，他现在已经70多岁了，不过看起来比实际年龄年轻得多。他穿着整齐，头发一丝不乱，每一根头发都待在它应该在的地方。在谈话中，他很仔细以确定他所讲的每一句话都是正确的，他的声音柔和，态度温文有礼。他住在亚拉巴马州的伯明翰市，在那里的大学内，他终于可以自由发展治疗中风病人的方法。他的太太米尔德里德（Mildred）是个女高音歌唱家，曾与纽约的大都会歌剧团一起演唱，也曾跟斯特拉温斯基（Stravinsky）一起录过音。她虽然年纪大了，仍然是美国南方的典型美女，有着浓密的头发，以及南方妇女的温柔、热情。

陶伯在1933年出生于纽约的布鲁克林区（Brooklyn），上纽约的公立学校，15岁就从高中毕业。他在哥伦比亚大学（Columbia University）时，跟随弗雷德·凯勒（Fred Keller）主修行为主义（behaviorism）。当时行为主义是控制在哈佛大学心理系的斯金纳（B.F.Skinner）手上，而凯勒是斯金纳的弟子。那时的行为主义认为心理学应该是“客观的科学”[1]（objective science）。斯金纳认为心理学应该只去测量那些可以看到的东西。行为主义是当时为了对抗心理学只研究意识（mind）而演变出来的学科。对行为主义来说，思想、感觉、欲望都是主观经验，没有办法客观地测量，所以不必去研究它们。他们对大脑也没有兴趣，把它看成一个“黑盒子”。斯金纳的老师华生（John B.Watson）曾经以轻蔑、嘲笑的口气写过：“大部分心理学家只会畅谈大脑中神经回路的形成，好像他们是一群火神（vulcan）的仆人，在神经回路上用他们的槌子和凿子挖出新的堑道，挖深旧的沟渠。”对行为主义来说，大脑是无关紧要的，只要把刺激加诸动物或人身上就可以观察

到反应，从反应可以得到行为的法则。

在哥伦比亚大学，行为主义的实验多半用老鼠来做，当陶伯还是研究生的时候，他就研发了一个“老鼠日记”（rat diary）来观察和记录老鼠的行为，但是当他用这个方法测试指导教授凯勒的理论时，却发现结果不支持凯勒的理论，这把他吓坏了。陶伯非常敬重凯勒，所以不敢去跟他谈实验的结果。凯勒发现后告诉陶伯一定要永远依数据来说话，不要管别的。

那时的行为主义坚持所有的行为都是对刺激的反应。把人当作一个被动的机器，所以对人为什么会主动做一些事情难以解释。陶伯了解到，大脑和意识一定跟主动去做很多行为有关，行为主义把大脑和意识排除在外、不予理会是个致命的错误。陶伯在实验神经学的实验室找了一个研究助理的工作，想更了解人的大脑神经系统，在当时，这是任何一个行为主义者想都不必想就认为是不可思议的选择。在那个实验室里，他们对猴子做切断输入神经（deafferentation）的实验。

切断输入神经是一个非常古老的技术，1895年，诺贝尔生理学或医学奖的得主查尔斯·斯科特·谢灵顿爵士（Sir Charles Scott Sherrington）最先开始用这个技术。“输入神经”（afferent nerve）在这里指的是感觉神经，将感觉脉冲送入脊椎，然后再到大脑的神经。切断输入神经是用外科手术将运送感觉信息进来的神经剪断，使它们的脉冲不能再送到大脑。被剪断感觉神经的猴子不再知道它的手臂在什么位置，你碰它时，它也不会感到触觉或痛觉。陶伯当时只是一名研究生，他设计的实验是去推翻谢灵顿最重要的一个理论，这个实验为他后来对中风病人的治疗打下了基础。

谢灵顿认为我们所有的动作都是因为对某些刺激作出反应而发生，

我们会动，不是因为我们的大脑命令我们动，而是我们的脊椎反应使我们动，这个理论叫作“运动的反射反应理论”（reflexological theory of movement）。当时，这是神经科学的主流理论。

脊椎的反射反应并不牵涉大脑，我们的脊椎有许多的反射反应，最广为人知的就是膝跳反射（knee reflex）。当医生轻敲你的膝盖时，皮肤下的感觉受体就接收到敲的信息，把它转变成脉冲，从大脑的神经元一路传到脊椎，它启动脊椎上的运动神经元，又把脉冲送回到大腿肌肉，使它收缩，你的腿便不由自主地往前弹起来了。另一个例子是在走路时，一只腿的运动会引发另一只腿的反射动作。

这个理论很快被拿来解释所有的运动，谢灵顿根据他和莫特（F.W.Mott）所做的切断输入神经实验得出运动的反射反应理论，他们把猴子的感觉神经在进入脊椎之前剪断，所以感觉的信息没有办法传到大脑，他们发现猴子不再用它的手了。这看起来很奇怪，因为他们只剪断感觉神经（这是输送感觉的），他们并没有剪断从大脑到肌肉的运动神经（这是刺激运动的）。谢灵顿了解为什么猴子的手没有感觉，但是他不了解为什么它的手不会动。为了解决这个问题，他提出运动是基于脊椎反射反应的感觉部分，也是从那里启动的，他的猴子不能移动手，是因为他破坏了它们反射反应的感觉输入。

其他人很快将谢灵顿的这个理论发扬光大，认为人类所有的动作，甚至复杂的行为，都是来自反射反应的连锁反应。甚至像写字这种自主的反应也都需要运动皮质区去修正先天设定（preexisting）的反射反应。虽然行为主义者反对研究神经系统，但他们接受所有的动作都是基于先前刺激的反射反应，因为这个解释把行为与心智和脑的关系都排除掉了。这种看法转过来就支持了所有的行为都由先前发生在我们身上的刺激所决定，所谓的自由意志是个错觉，谢灵顿的实验变成了医学院和

大学教学中的标准教材。

陶伯跟神经外科医生伯曼（A.J.Berman）一起做研究，他想试试看能不能重复谢灵顿的实验，他以为一定会得到跟谢灵顿一样的结果。不过他的实验多走了一步，他决定不但把猴子一边的感觉神经剪断，他还把猴子好的、没有被剪断的手用绷带绑起来，使它不能动。他想到猴子不去动那只被剪断神经的手，可能是因为它还有一只好的手可以用，假如他把猴子好的手臂也用绷带绑起来，使它不能动时，也许会强迫猴子去用那只剪断神经的手来进食，因为不进食就会饿死，那只手可能会动。

结果他成功了，猴子在没有办法动用好的手的情况下，果然去动用那只被剪断感觉神经的手。陶伯说："我记得非常清楚，我看到猴子用它们的手好几个星期了，但是我没有讲出来，因为我并不预期会看到这样。"

被攻击的重大发现

陶伯知道他的发现有重大意义，假如猴子在没有感觉的情况下可以动它的手，这表示谢灵顿的理论是错的，他的老师凯勒等人的理论也是错的。在大脑里一定有一个独立的运动程序可以启动自主的动作；行为主义者和神经科学家这70年来都在走一条死巷。陶伯也想到他的发现可能对中风病人有帮助，因为猴子跟中风的病人一样，原来都没有办法移动自己的手。或许他可以强迫中风的病人动自己的手，就像自己强迫猴子一样。

陶伯很快就发现，并不是所有的科学家都像凯勒那样，优雅地接受别人推翻自己的理论。谢灵顿的忠实信徒开始找他麻烦，挑他实验的毛

病，给研究经费的审核单位开始质疑是否应该给年轻的研究生经费，会不会浪费纳税人的钱。陶伯在哥伦比亚的教授纳特·舍恩菲尔德（Nat Schoenfeld）已经根据谢灵顿的切断输入神经实验建构了一个有名的行为主义理论。所以当陶伯要去考博士论文面试时，整个大厅都挤满了人，本来面试是没什么人要旁听的。陶伯自己的指导教授凯勒不能来，但是舍恩菲尔德却来了。陶伯讲了他的数据，以及他对这份数据的看法，舍恩菲尔德跟他争辩之后，抗议退席。然后就是期末考试了。这个时候陶伯手边的研究拨款比很多老师都还多，他选择在期末考试的那个星期去做两个重要的研究拨款申请，以为他可以延后再考。当他发现学校不允许他补考，而且因为他的"不礼貌"而不让他考试通过时，他决定到纽约大学完成他的博士学位。这个领域大部分的科学家拒绝相信他的发现，他在科学会议中被人攻击，而且大家不承认他的成就，也不给他奖赏。但是他在纽约大学很快乐，"我像在天堂似的，我做我的研究，没有什么比做研究更令我高兴的了"。

[1]　越是要强调客观的学科，它的主体越是不能客观，越是要强调自己是科学的学科，越难达到科学的标准。50年前，美国国家科学院的院士、耶鲁大学教授利伯曼（Al Liberman）就说，政治学（political science）、图书馆学（liberty science）和社会科学（social science）都是自己没有信心，要去挤科学的窄门，好像冠上了科学，就会成为科学，行为主义的错误观念，误导了心理学50年。——译者注

习得的不用

陶伯开拓了这个从行为主义的精华及大脑科学两者融合中衍生出来的新领域，事实上，这是行为主义的创始者巴甫洛夫（Ivan Pavlov）所预期的，许多人不知道，巴甫洛夫晚年曾经想把他的发现与大脑科学综合起来，他甚至说了大脑是有可塑性的。很讽刺的是，行为主义其实在某一方面，已经帮助陶伯准备好去发现这个重要的可塑性。因为行为主义者对大脑这么没兴趣，他们并没有像大多数的神经学家那样，下结论说大脑没有可塑性。许多行为主义者认为他们可以训练动物去做几乎所有的事，虽然他们没有说“神经可塑性”这个词，但他们是相信行为可塑性的。

因为陶伯对可塑性没有忌讳，所以他就敢用切断输入神经这个研究模式去冲锋。他认为假如猴子两只手的感觉神经都剪断了，它的两只手应该很快都能动，因为它一定要动才能存活下去。所以他把猴子两只手的输入神经都剪断，结果猴子两只手都会动了。

这个发现是很奇异的：假如一只手的感觉神经被剪断，猴子就不用这只手了；假如两只手的感觉神经都被剪断，猴子两只手都会用了。

于是陶伯把整个脊髓神经的输入神经都剪断，现在全身没有任何一个脊椎反射反应留下来了，猴子不能从四肢接受到任何感觉的输入，它还是能用它的四肢，谢灵顿的反射反应理论到此宣告死亡。

然后陶伯又有了另一个点子，这个点子将他的想法转换成治疗中风的方法。他认为猴子在一只手的感觉神经被切断后，不去用这只手的原因是他“学会”了不去用它，因为在手术刚刚做完时，会有一段“脊髓神经休克”（spinal shock）的时期。

这个脊髓神经休克时期从两个月到六个月不等。在这期间，神经元不容易发射，一只动物在脊髓神经休克期间会想去动它被剪断神经的手，但是经过几次尝试以后发现动不了，动物就会放弃用这只手，用另一只手来进食。这样每一次它拿东西吃，都会得到正回馈，越用越多时，它大脑中运动皮质区关于这只手的地图就会改变，而另外一只手的地图因为不用就会缩减，同时不用这只手会使动用这只手的程序变弱，神经萎缩。陶伯把这叫作“习得的不用”（learned nonuse）。他认为两只手都被剪断的猴子可以用它的手是因为它们从来没有机会去学习不用，它们必须用才能生存下去。

但是陶伯想，目前支持习得的不用理论的证据是间接的，所以他马上再去做一系列非常聪明的实验，来防止猴子习得不用它的手。在一个实验里，他把猴子一只手臂的感觉神经剪断了，然后，他没有把好的一只手缠上绷带使它不能动，他反而把刚剪完神经的手臂绑上绷带，使这只手不能动，所以这只猴子在脊髓神经休克期间没有机会去动它的手，它就没有学到它的手是不能动的。果然，当他在三个月后解除绷带时（这时休克期已过了），猴子就能动它被剪断感觉神经的手臂。陶伯下一个实验是想知道能否成功地教会猴子克服“习得的无用”，然后再看习得的无用已经发展出来很多年后，他可不可以成功地改正习得的无用。他发现可以，而且这种方式使猴子的改善能够持续终身。陶伯现在有动物模式，不但可以仿真中风病人神经信息被中断，四肢不能运动，他同时还有克服这个困难的解决方法。

陶伯认为他的实验发现表示人们即使是好几年前中风的，也可能还受到习得的无用之害。他知道有一些轻微中风的病人都经历过相当于脊髓神经休克的“皮质休克”（cortical shock），可以持续好几个月，在这期间，每一次要动这只手都动不了，可能就使病人学会不用这只手。

在运动皮质区有严重损坏的中风病人，他们有很长一阵子没有办法改进，即使改进也只能部分恢复。陶伯认为任何治疗中风病人的方法都必须同时顾及大脑大面积的损伤及习得的无用，因为习得的无用可能遮蔽了病人复原的能力。只有先克服习得的无用后，他才能评估病人的情况到底有多严重。陶伯认为即使中风后，使我们能够做动作的运动程序可能还保留在神经系统中，所以他必须对病人使用他对待猴子的方式：限制使用好的手臂，强迫瘫痪的手去动。

在早期猴子的实验中，他学到一个重要的教训。假如他只是给猴子东西吃，每一次它动它切断神经的手，就给它奖励，即行为主义者所谓的条件作用（conditioning），这个猴子不会进步。他必须用“塑造”（shaping）的方式，一点一点去引诱猴子作出他要的动作才行。所以被切断神经的猴子不但在成功拿到食物时可以吃它，在作出有一点像实验者期待的行为时也有东西吃。

1981年5月，陶伯49岁，正领导位于马里兰州银泉（Sliver Spring）的行为生物中心（Behavioral Biology Center），他心中充满了大计划，要把他在猴子身上看到的方法转用到中风病人身上，乔治·华盛顿大学（George Washington University）政治系有个22岁的学生亚历克斯·帕切科（Alex Pacheco）志愿要来他的实验室工作。

解放银泉猴子

帕切科告诉陶伯他想成为医学研究者，陶伯觉得他和蔼可亲又热心帮忙就收了他。帕切科没有告诉陶伯，他其实是善待动物协会（People for the Ethical Treatment Animals，PETA）这个好战的保护动物权利组织的共同发起人及主席，另一个发起人是31岁的纽柯克（Ingrid Newkirk），华盛顿特区流浪狗中心的主任。纽柯克和帕切科是对恋人，在他们华盛顿特区的公寓里经营这个组织。

善待动物协会过去反对、现在仍然反对所有用动物做实验的医学研究，即使是癌症、心脏病、艾滋病的研究都不可以。他们强烈反对人类吃荤，也不可以喝牛奶、吃蜂蜜（他们说这是食母牛和蜜蜂），也不准养宠物（他们说这是蓄奴）。当帕切科自愿来替陶伯工作时，他真正的目的是解放17只银泉猴子，使它们成为动物权宣传的口号和主角。

虽然切断感觉神经的实验不会很痛苦，但也不是很赏心悦目，因为被切断神经的猴子不再感觉到痛，它们有时会伤到自己而不自觉，当它们受伤的手绑上纱布时，有时会把这只手当作其他猴子的手或别的东西，会去用力咬它。

1981年夏天，当陶伯去度3周的假时，帕切科闯入他的实验室，拍了许多猴子看起来非常痛苦的照片，被虐待到受伤，又没人照顾。它们被迫在沾有大便的盘子中进食。

凭着这些相片，帕切科说动了马里兰州的警察去突袭陶伯的实验室，并没收这批猴子，这是1981年9月11日。马里兰州的法律规定，即使为医学研究也不可以对动物残忍，所以陶伯会有麻烦。

当陶伯回到他的实验室时，被门口包围的媒体吓坏了。几英里外，美国国家卫生研究院这个美国最大的医学研究机构听说警察的突袭，他们害怕了。美国国家卫生研究院的实验室是全世界用最多动物来做生物医学实验的地方，显然会是善待动物协会的下一个目标。他们必须马上决定是要站在陶伯这一边，还是要弃车保帅，附和善待动物协会，说陶伯是个烂苹果，然后和他划清界线。他们选择了背弃陶伯。

善待动物协会变成法律的捍卫者，虽然帕切科自己说过，为了减轻动物的痛苦，他们不惜放火、破坏财产、偷窃、抢劫。陶伯的案子变成华盛顿的著名诉讼案例。《华盛顿邮报》（Washing-ton Post）刊登动物实验室的正反意见，它的专栏将陶伯钉上十字架，动物权力的激进分子把陶伯恶魔化，说他是纳粹的门格勒医生（Dr.Mengele）。银泉猴所得到的曝光率把善待动物协会变成美国最大的动物权力组织，而陶伯变成人尽可诛的魔鬼。

陶伯后来被逮捕，以虐待动物的罪名受审，检察官起诉他119项罪名。在开庭之前，2/3的国会议员投票停止他的研究经费，因为他们接收到大批选民寄来的抗议信，陶伯被他的同侪孤立，失去薪水、研究经费、他的动物，他被停止做实验的权利，并且从银泉赶出来。他的太太出门被跟踪，两人都受到死亡威胁。有一次，有人跟踪米尔德里德去到纽约，然后打电话给陶伯，详细描述了米尔德里德在纽约的一举一动，不久，陶伯接到一通电话，那个人自称是蒙哥马利郡（Montgomery County）的警官，他说他刚刚接到纽约市警察局的通知，米尔德里德出了一个“不幸的意外”，当然这是谎言，但是陶伯并不知道。

善待动物协会落败

陶伯在后来的6年里，一周工作7天，一天16个小时，来洗刷名誉，他通常必须担任自己的律师，在官司开始时，他银行的户头有10万美元的存款，官司打赢时，存款只剩4000美元。他无法在任何一所大学找到教职，但是逐渐地，一次又一次开庭，一次又一次上诉，一个又一个控诉，他打败了善待动物协会。

陶伯指出相片是作假、加工过的，他宣称帕切科的相片是故意排演拍摄的，相片的说明是虚构的。例如，在一张相片中，猴子本来是在实验室椅子上舒适地吃东西，却被拍摄成猴子面孔扭曲，表情痛苦万分，陶伯说这种表情只在有人对椅子动过手脚，把螺钉和螺帽拆下来重新调整过才会如此。帕切科否认他动过手脚。

警察突袭有个很奇怪的地方是：警察把这些猴子从陶伯的实验室中带走，交给善待动物协会的一个成员洛里·雷纳（Lori Lehner）。雷纳把这些猴子关在她家的地下室里，突然之间，所有的猴子都不见了。陶伯知道帕切科和善待动物协会一定把猴子移走了。《纽约客》（New Yorker）杂志的撰稿人弗雷泽（Caroline Fraser）问帕切科这些猴子是不是被移到佛罗里达州的盖恩斯维尔（Gainesville）去了，他回答说：“这是一个很好的猜测。”

当善待动物协会发现没有那些猴子就不能起诉陶伯，而偷取法庭证物是重罪时，这些猴子又突然出现了，而且短暂地送还给陶伯。没有人追究猴子的离奇失踪和出现，但是陶伯从血液检查中看到这2000英里的搬运对猴子来说是件压力很大的事，而且它们得了运输热（transport fever），不久，一只猴子查理就被另一只暴怒的猴子咬伤，法庭任命的

兽医给了查理过量的药物，查理就死了。

到1981年11月，陶伯案的一审即将结束时，检察官所起诉的119件控诉中已有113件被撤销了。到二审时，马里兰高等法院发现州的反虐待法其实并不适用于研究者，陶伯在无异议一致同意的情况下被释放了。

潮流似乎反转过来了，67个美国职业协会为陶伯案向美国国家卫生研究院陈情，请求改变先前不再支持他做研究的决定，因为先前的控诉并没有实质的证据。

但是陶伯仍然没有工作，也没有猴子，他的朋友告诉他没有人敢要他。当1986年亚拉巴马大学（University of Alabama）终于决定聘任他时，学校有示威游行反对他，威胁要停止学校所有的动物实验，但是心理系系主任卡尔·麦克法兰（Carl McFarland）及其他了解他研究的人，都站出来支持他。

这么多年来第一次，陶伯拿到了研究经费去研究中风，并且成立了一家诊所。

中风45年后依然可以恢复

我们在陶伯的诊所中最先看到的东西是厚厚的棉布手套和吊腕带：一走进室内，就看到成人在他们好的手上戴着厚重的棉布手套，在他们好的手臂上吊着吊腕带，他们清醒时90%的时间都要这样戴。

这家诊所里有许多小房间及一个大房间，大房间是做陶伯运动训练的地方。陶伯跟物理治疗师克拉格（Jean Crago）一起发展出这种运动。有些像比较强烈的每日复健运动，一般复健中心也在用，只是这里的更进阶。在这里，他们用“塑造”的行为主义训练方式，一点一点地引诱病人朝目标走去。大人在玩小孩子的游戏：有人把木棍插进有很多洞的板子中；有人在抛接大球；有人把桌上一大堆铜板捡起来，放进碗中。这些游戏都不是随便叫他们玩的，他们在重新学习如何走路，像婴儿最初学走路时那样，一小步一小步地练习，他们要把大脑中的运动程序重新唤醒。

一般的复健疗程通常一次只做一个小时，一周3天。这里的复健是一天6个小时，10～15天中间不休息。病人都累极了，有时必须睡午觉，病人一天做10～12种作业，每一种作业要重复10次，他们的进步会很快，作业的难度也逐渐提高。陶伯原始的研究发现只要还有一点动手指头能力的病人几乎都可以恢复，也就是说，一半的中风病人都可以从这个疗程中受益。陶伯诊所后来发展出的训练可以让完全瘫痪的手再动起来。他们一开始只治疗中度中风的病人，但是现在，用控制组来对照，显示80%已经失去手臂功能的人有显著的进步。许多严重中风患者有显著的进步。甚至有中风4年以上的患者，在接受这种限制-诱导疗法后，也有显著的进步。

安德鲁（化名）就是这种病人，他是一名53岁的律师，在中风超过45年后才去找陶伯。他没有想到在几乎半世纪的中风后，限制-诱导治疗法居然仍然对他有效。在7岁念1年级时他中风了，那时他在玩棒球。“我站在边线上，”他告诉我，“突然之间，我倒在地上，说：‘我的手不见了，我的脚不见了。’我爸把我背回家。”他失去右边身体的感觉，不能抬起右脚或用右手，后来发展出颤动现象。他只好用左手来写字，因为右手非常虚弱而且使不上力。他接受了一般性的复健，但是情况并没有改善，虽然他用拐杖走路，但他还是常常摔跤。到他40岁时，一年大约要摔跤150次，跌断过手、脚，49岁时，他的骨盆也跌伤了。在这之后，复健科医生帮助他将跌倒减到一年36次。后来他听说了陶伯的诊所，接受了两周右手的训练，然后是三周右脚的训练，他的平衡改善了很多。他的右手在短短的两周内进步了许多。“他们给我铅笔叫我用右手写我的名字，我真是惊讶极了。”他继续做练习，情况一直有改善，在离开诊所的3年里，他只跌了7次跤。“3年后，我继续有进步，”他说，“因为这些练习，我比离开陶伯诊所时进步很多，非常多。”

恢复已经缩减的大脑地图

安德鲁在陶伯诊所的进步让我们看到大脑的可塑性和重组神经的能力，我们对有动机复健的中风病人不应该太快下断语，说他顶多只能复原到什么地步。我们第一次看到安德鲁时，可能会以为他的平衡、走路、用手的机制都已经退化光了，但是当给予适当的刺激后，大脑还是可以重新组织它自己，并发现新的方法来保持旧的功能，这点现在在脑造影的扫描上可以得到证据了。

陶伯、利波特（Joachim Liepert）和德国耶拿大学（University of Jena）的同事一起做实验，发现中风后，受损的手大脑地图大约萎缩了一半，所以中风的病人大约只有一半的神经元可以用，陶伯认为这是为什么中风的病人都说用受损过的手要比以前用力。这不只是肌肉的萎缩，使得动起来比较困难，其中还有大脑神经萎缩的问题，当限制-诱导治疗重新恢复大脑中运动皮质的区域时，动那只受损的手就没那么吃力了。

有两个实验研究证实了限制-诱导疗法可以恢复已经缩减的大脑地图。第一个实验是测量6位平均中风6年、有手麻痹现象病人的大脑地图，6年远超过了自然恢复所预期的时限。在经过限制-诱导疗法后，这6位病人大脑中手的地图都扩大了两倍。第二个实验是让我们看到这个改变在两边的脑半球都发生了，表示神经可塑性的改变比我们想象的更广泛。这两个实验最初让我们看到限制-诱导疗法可以改变中风病人大脑的结构，而且给了我们线索去了解安德鲁为什么过了40多年还可以恢复。

目前，陶伯在研究究竟要给病人训练多久是最恰当的。有研究者汇报说一天3小时的效果最好，增加每小时内的运动量比一天6小时令人疲

倦的训练效果更好。

能够使大脑重新组合的当然不是棉手套和吊腕带，这个治疗最重要的是循序渐进的训练或行为塑造，困难度是慢慢增加的。“大量练习”（两周内集中练习）是为了引发启动大脑的可塑性改变，帮助大脑重新组织。但是在大脑细胞曾经大量死亡后，重新组织并不能马上做到十全十美。新的神经元必须接过死去神经元的工作，它们一开始时，不可能像老手一样那么熟练有效率，但是我们可以在伯恩斯坦医生身上看到，他的进步是很显著的，我们也在下面的鲁登（Nicole Von Ruden）身上看到改进。

鲁登小姐不说“can’t”

他们告诉我，只要鲁登在，整个房间的气氛都会不一样，鲁登生在1967年，曾担任过小学老师，也做过美国有线电视新闻网（CNN）的节目制作人，更制作过当红节目《今夜娱乐》（Entertainment Tonight）。她在盲人学校做义工，也帮助过癌症儿童和因为被强暴或从母亲身上传染艾滋病的儿童。她喜欢在湍急的河流里划橡皮艇，也喜欢登山，更参加过马拉松，还去过南美秘鲁的印加古道健行。

她33岁时，已经订婚正准备结婚前的某一天，她去加利福尼亚州贝壳滩（Shell Beach）自己家附近的一家眼科诊所求医，因为两个月来，她的眼睛都看到双重影像，医生觉得不对劲，叫她在当天立刻去照核磁共振，照完，医生让她住院，因为她大脑里长了一颗无法开刀割除的肿瘤。那一天是2000年1月19日，这颗瘤长在脑干，是神经胶质瘤（glioma）。她只有3~9个月的时间可活了。

鲁登的父母亲立刻把她带到加利福尼亚大学旧金山校区的医院，那天晚上，神经外科主任告诉她，唯一的希望是接受大量的放射治疗，因为瘤长在脑干这个掌管我们呼吸、循环等重要功能的区域，在这么小的地方动刀是不可能的事，医生的刀会要了她的命。在1月21日早上，她开始了第一次放射治疗，6个星期后，又接受了一次人体所能承载的最大量放射治疗，因为这是人体所能承载的最大量，她之后一年都不能再接受放射线了。医生同时给她高剂量的类固醇（steroids），以减少脑干肿胀，脑干肿胀也同样会要她的命。

放射线救了她的命，但是同时开始了一个新的毛病。“在接受放射治疗后两三个星期，”鲁登说，“我的右脚开始有麻麻的感觉，它爬上我的

右膝，到右腿，到右边的身体，最后我的右脸麻痹了。”她是惯用右手的，所以右边整个麻痹，她就不能写字了。她说：“情况糟到我不能坐起来，也不能在床上翻身，就好像你坐太久，腿麻痹了，想站起来时，腿无法支撑，就会跌倒。”医生很快就知道，这不是中风，而是放射线的副作用，损害了她的大脑。她无奈地笑着说：“这就是生命。”

她从医院回到父母的家，“我必须坐轮椅进去，等着人抱我上床，或坐上椅子。”她无法坐直，所以要吃饭时，父母必须把她绑在椅子上，以防她跌下来，摔跤对她来说很危险，她无法用手去支撑。因为大量的类固醇，加上不能运动，她的体重从125磅直线上升到190磅，她的脸变成南瓜脸[1]，放射线使她的头发一块一块掉下来。

她为自己的病拖累了家人感到很难过。有6个月的时间，她非常沮丧，不愿说话，也不愿下床，甚至连坐起来都不肯。“我记得这段时间，但是我不了解它，我记得每天望着钟，等时间过去，我起床只为吃饭，因为我不愿让父母担心。”

她的父母年轻时曾经参加过“和平工作团”（Peace Corps），他们的态度是没有不可能做到的事。她的父亲是一位家庭医生，他把诊所关掉，每天在家里陪她，他们带她去看电影，去海边推轮椅散步，想办法让她跟生活不要脱节。“他们告诉我，我一定可以走过这一段，这一切都会过去。”与此同时，朋友和家人都尽量收集可能的治疗法。有一个人告诉鲁登有关陶伯诊所的事，她决定去试一下限制-诱导治疗法。

在那里，他们给她戴棉布手套，使她无法使用左手。她发现那里的工作人员很坚持，她笑着说：“第一天晚上，他们做了很好笑的事。”当她在旅馆跟她妈妈在一起时，电话响了一声，她很自然地脱掉手套，很快接起电话。“我的治疗师立刻破口大骂，她是来突袭检查的，她知道假

如我用了受损的右手去接电话，一定不会这么快，我马上就被逮到了。”

她不但得戴手套。她说“他们还必须把我的手套用魔鬼粘黏到我的腿上，因为我说话时，手会动，我是爱说故事的人，一定会指手画脚，他们用魔鬼粘把我的手绑住，我觉得很好笑，这绝对会降低你的自尊心。”

“我们每个人都有一位治疗师，我的治疗师叫克里斯汀，我们两人是一拍即合。”鲁登的左手戴了手套，她只好用右手写字或打字。刚开始的练习是把扑克牌的赌具筹码放进大的麦片罐中。一个星期后，她要把筹码放入网球大小的存钱罐中。一次又一次，她练习把婴儿玩的彩色圆圈套入柱子中，把晒衣服的夹子夹在一把尺上。起初克里斯汀会帮助她，后来克里斯汀就拿着一只码表站在旁边计时，看她有没有进步，每一次鲁登做完了作业说：“这是我所能做到最好的了。”克里斯汀就立刻响应她：“不是，你还可以更好。”

鲁登说：“这真是不可思议，我亲眼看到5分钟之内，我进步了多少，两周之后，那真是大地震。他们不准你说你不能，can’t变成克里斯汀的四个字母字[2]，不准用的。扣纽扣是令我发狂的挫折事，只扣一个就像在做一件不可能的事，但是两周后，你扣上又解开实验衣上的扣子时，真是骄傲极了，你知道自己可以做到了。”

在两周治疗流程过了一半的时候，有一天，所有的病人都去外面下馆子，我们真的把桌子搞得一塌糊涂，侍者知道我们是来自陶伯诊所的，他知道我们会怎样，我们全体都用受损的手吃饭，食物满天飞，我们有16个人，你可以想象那天餐馆的情形。等到第二周快结束时，我用受损的手煮咖啡，假如我想要喝咖啡，他们说，你自己去煮，我要把咖啡量出来，放进壶中，还要量水，全部都用我受损的手去完成，我不知道那咖啡煮出来味道如何，我太兴奋，尝不出来了。”

我问她离开那里的感觉。

“像浴火重生一样，在心理上的意义大过身体上的，它给了我再求进步的毅力与决心，使我的生活正常化。”有3年的时间，她不曾用她受损的手拥抱过任何人，但是现在，她又可以了。“我现在还无法掷标枪，但是我可以用我的右手开冰箱、关电灯、关水龙头，把洗发精倒在我头上。”这些小小的进步使她可以独立生活，在高速公路上开车，用两只手来控制方向盘。她现在开始游泳，在我跟她面谈的前一周，她去犹他州滑雪，没有用滑雪杖。

在她整个生病的过程中，她在有线电视新闻网的老板及同事都很支持她，当他们在纽约有一个不必签约的自由作家工作出缺时，通知了她去应征，到9月，她已变成全职的工作人员了，2001年9月11日，她坐在办公室，望着窗外，正好看到第二架飞机撞上世贸大楼。她被派到新闻组支持报道，他们的态度是：“你有很好的心智，就应该发挥。”她说：“这是发生在我身上最好的事情。”

当那份工作结束后，鲁登回到加利福尼亚州去教小学，孩子立刻就喜欢上了她，他们甚至有“鲁登小姐日”，每个孩子在那一天戴上母亲厨房烤东西用的厚棉手套，而且戴一整天。他们开她的玩笑，因为她的右手比较弱，写出来的字不好看，所以她让孩子们也用非惯用手去写字。鲁登说：“我也不准他们用can’t这个字。事实上，我在学校里也有小治疗师，我的1年级小朋友要我在他们学数数时，把手高举过头，每一天我都得举得比前一天更久……这些是非常强悍的治疗师，你一点都不能偷懒的。”

鲁登现在是《今夜娱乐》的全职制作人，她的工作包括写脚本、查证事实、协调摄影（她负责轰动一时的迈克尔·杰克逊审判的新闻采

访），那个以前连翻身都不行的女人，现在每天早晨5点就得去上班，一周工作50个小时以上，体重已经恢复到以前的126磅。她还是有一点麻麻的感觉，右边仍然比较弱，但是她的右手可以拿东西、举起来，自己穿衣服，照顾自己的生活。她现在也会去为患有艾滋病的孩子服务。

[1] 中国叫月亮脸。——译者注

[2] 通常四个字母字指的是fuck，老师听到会叫学生用肥皂洗嘴巴，因为是脏话，所以孩子就改用四个字母字来替代。——译者注

语言也有“习得的无用”

这种限制-诱导疗法目前在德国由弗里德曼·普尔弗马克（Friedemann Pulvermüller）博士的团队推广，他曾与陶伯一起合作，帮助那些布罗卡区中风受损而不能讲话的病人，大约有40%的病人左半球受损后会有失语症（aphasia）的问题出现。有些人，如布罗卡医生那位著名的病人“唐”只能说一个字——唐，这是为什么他被称为“唐”。其他人虽然可以讲比较多的词，但是仍然有严重的语言缺失。有些人过一阵子后会自然恢复，有一些词可以被找回来。过去一般认为假如在一年内没有恢复的话，就不会恢复了。

在语言治疗上，什么样的做法相当于厚棉布的手套或手腕的吊带？有失语症的病人就跟那些手麻痹的病人会用没有麻痹的手一样，他们会用手势或画图来取代说话，假如还可以说话，他们会挑最简单的句子来表达心中的意思。

所以用在失语症病人身上的限制就不能是身体上的，但必须是有生活真实性的：一系列的语言规则。因为行为是要慢慢建立而成，这些语言规则也得慢慢教，病人先玩一种有治疗功能的纸牌游戏。4个人手上拿着32张牌，里面有16种图片，每种图片两张，一个病人如果拿到一张牌，上面画着石头，他就必须问别人要一张同样花色的纸牌，一开始时，唯一的要求是不准用指的方法，这是为了不要强化“习得的无用”，他们可以用任何方式，只要是语言都可以。假如你要一张上面画有太阳的牌，而你找不到“太阳”这个字，你可以说：“那个使你白天很热的东西。”一旦拿到两张一样的，就可以把牌放下来，赢的人就是手上最先没有牌的人。

下面一个阶段就是要正确叫出物体的名称，现在他们必须用确定的名称来要牌，比如："我可不可以要一张狗的牌？"然后，他们必须把人的名字加上去，而且还要有礼貌，比如："史密特先生，我可以要一张太阳的牌吗？"在训练的后期，使用的纸牌变得更复杂，颜色、数字都加上去，如一张纸牌上有三只蓝色的袜子，两块石头。一开始时，病人只要做对了简单的作业就会得到称赞，后来是必须完成很困难的作业才会得到治疗师的称赞。

德国的团队找了一群相当有挑战性的病人，平均中风时间8年4个月，这是一群通常已经放弃的病人。在这17人中，有7个是控制组，接受传统的治疗法，重复念诵一些字。另外的10个人接受限制-诱导治疗法，要去玩语言规则的游戏，一天3个小时，一共10天。两组人花一样的时间学习，10天过后，一起接受标准化的语言测验。结果限制-诱导组的病人在沟通能力上，增强了30%，控制组一点进步都没有。

陶伯根据他的可塑性研究，发现了一些训练法则：训练的项目越接近日常生活用到的技术，效果就越好；训练应该慢慢进阶、循序而上；训练应该集中在很短的时间内完成，即所谓的"大量练习"，他发现短时间内大量练习远比时间拖得长、次数不频繁的练习效果好。

这些原则有许多也能用在学习外国语言上。我们之中有多少人学了多年外语，结果成绩远不及到那个国家住一阵子沉浸在那个语言环境中的人。当我们去跟不说我们母语的人沟通时，我们被迫说他们的语言，那就是"限制"，每天沉浸在那个语言之中，使我们有大量的练习。我们的口音让别人知道，他们必须用比较简单的句子跟我们说话，所以我们是慢慢接受挑战或被塑造。习得的无用就慢慢融解了，因为我的生存决定于我们跟当地人的沟通。

治疗脑性麻痹的孩子

陶伯把这种限制-诱导原则应用到许多其他的患者身上。他已经开始治疗脑性麻痹的孩子，这些孩子在发展期由于中风、感染或是在出生时缺氧造成复杂的失功能状态。他们常常不太能走路，一辈子坐在轮椅上，也不能清楚地说话，或控制他们肢体的动作。在限制-诱导疗法之前，治疗脑性麻痹孩子瘫痪肢体的方法都被认为是没有效果的。陶伯做了一个研究，一半的孩子接受传统的治疗法，另一半的孩子接受限制-诱导治疗法。他先把孩子比较能动的手放在轻的玻璃纤维做的夹板上固定。限制-诱导治疗法包括用不好用的手去拍肥皂泡泡，把泥土做的球塞入一个小洞中，用手拿起一小片拼图。每一次孩子做成功时，他们就大力奖励他、称赞他，然后他们鼓励孩子增加正确率、速度，以及动作的流畅性。即使孩子已经很累了，仍不停止。结果在三周训练后，就有可观的成绩出现：有些孩子开始平生第一次爬行，如一个18个月大的孩子可以爬楼梯，并且第一次可以自己把食物放进嘴里，自己进食。一个从来没有用过他的手和手臂的4岁半的男孩，现在开始玩球。下面是弗里德里克·林肯（Frederick Lincoln）的故事。

林肯成了棒球明星

林肯在他母亲肚子里就中风了，当他4个月半大时，他母亲就看出他不对劲：“我注意到他没有做其他托儿所孩子所做的事，他们会坐起来，抱着奶瓶吃奶，而我的儿子不会。我知道他不对劲，但是不知道去找谁好。”他整个左边身体都受到影响，左手和左脚没有什么功能，眼皮下垂。他不能发出声音，因为他的舌头有一半是麻痹的。林肯不能爬，也不会走，他一直到3岁才会说话。

当林肯7个月大时，他的癫痫发作，左手缩到胸口的位置，拉不开，当他去照核磁共振时，医生告诉他妈妈："他大脑有1/4已经死了，他可能永远不会爬、走或说话了。"医生认为他的中风可能发生在怀孕12周时。

他被诊断为脑性麻痹，加上左边身体瘫痪，他的母亲本来在联邦法庭工作，后来辞去工作全身心在家带他，这使家庭经济来源立刻发生困难。林肯的残障同时也影响到了他8岁半的姐姐。

"我必须跟他姐姐解释，"他母亲说，"她弟弟无法照顾自己，妈妈必须照顾他，我们不知道这要多久，我们甚至不知道林肯以后会不会照顾自己。"当林肯18个月大时，他的母亲听到陶伯诊所的消息，急忙去问林肯可不可以接受治疗。不过当时陶伯只有给大人的疗程，过了好几年才发展出儿童专用的疗程。

当林肯到陶伯的诊所时，他已经4岁了。传统的复健使他的情况好一些了，他的腿穿了铁鞋可以走路，不过还是很困难，只是当他来求诊时，进步曲线已经停止再上升了。他可以动左臂，但是无法用左手，他的大拇指无法碰触任何一根手指头，所以无法捡起一颗球握在手掌上。当他要握住一颗球时，他必须用右手的手掌加上左手的手背。

一开始时，林肯不愿意上陶伯的治疗课，大哭大闹，宁可用上了夹板的手去拿马铃薯泥吃，也不肯用他受损的手。

为了确定林肯能接受21天不间断的疗程，他的限制-诱导治疗法不是在诊所进行的。"为了我们的方便，"他母亲说："这个治疗在托儿所、家、教堂、祖母家，我们在哪里，治疗师就在那里进行。治疗师跟我一起去教堂，在车上，她训练他，然后跟他一起去上主日学。她依我们的生活作息而调整，周一到周五大部分在林肯的托儿所进行治疗，他知道

我们在想办法使他的左边身体更好。”

到治疗的第19天时，林肯的左手可以握东西了。“现在，”他母亲说，“他可以用左手做任何事情了，只是左手还是比右手弱，他现在可以用左手打开拉链袋，可以握住棒球棒，他每天持续在进步，他的运动技巧进步得最多。从陶伯教他开始，一直进步到现在。就帮助他而言，我现在所做的跟其他父母没有差别了。”因为林肯变得比较独立，母亲又可以回去上班了。

林肯现在8岁，他不认为自己是残障，他可以跑，他可以打好几种球，包括排球，但是他最爱棒球，他的母亲在棒球手套里面缝了一块魔鬼粘，可以使手套黏在他手臂上的一个小手环上。

林肯的进步真是令人不敢相信，他参加一般的棒球队，而不是残障儿童的棒球队。“他打得这么好，”他母亲说：“他被教练选做明星队球员，当他们告诉我这个消息时，我整整哭了两个小时。”林肯是惯用右手的，握球棒的方式与别人一样，偶尔他的左手会失去握球棒的力气，但是他的右手非常强，他可以用一只手挥棒。

“2002年，”她说，“他打少年棒球的5～6岁组，而且打了5场明星赛，这5场中他赢了3场，他赢了打点冠军，我把这一切都录下来了，他真是棒极了。”

大脑的重组跨越了区域

银泉猴子和神经可塑性的故事还没有完。猴子被带离陶伯的实验室已经好多年了，在这期间，神经科学家开始看到陶伯研究的重要性，他们对陶伯研究的新兴趣，导致可塑性实验中最重要的一个实验完成。

梅策尼希在他的实验中显示当一根手指头的感觉输入被切断时，大脑地图通常在皮质1～2毫米处改变。科学家认为这是因为神经元长了新的分叉出来。大脑神经元受伤后，会长出小的新芽或分叉，去和别的神经元相连。假如一个神经元死亡或失去输入信息，它旁边的神经元可以长1～2毫米来帮助联结，但是假如这是可塑性发生的机制，那么改变只限于受损神经元附近的几个神经元而已。所以大脑损伤附近区块会有可塑性改变出现，比较远的区域就不应该有。

梅策尼希在范德堡大学的同事卡斯跟一个研究生庞斯（Tim Pons）一起挑战这1～2毫米的上限，真的只有1～2毫米吗？还是梅策尼希观察的神经元不够，因为在一些重要的实验里，他只有切断一根神经？

庞斯在想如果所有的神经都切断了，大脑会怎么样？会不会影响的地方超越两毫米？会在不同的区块看到改变吗？

可以回答这个问题的是银泉的猴子，因为它们有12年不曾有任何信息进入大脑地图。很讽刺的是，因为善待动物协会的干扰，过去的时间越久，这批猴子对科学家就越重要，假如任何动物有大量的皮质重组可以被测量到，非这些猴子莫属。

但是他们搞不清楚现在谁拥有这批猴子，虽然它们应该在美国国家卫生研究院管辖之下，但他们却坚持他们并不拥有这些猴子，这些猴子

是烫手山芋，没有人敢用它们做实验，因为害怕善待动物协会找麻烦。不过现在主要的科学团体，包括国家卫生研究院，已经受够了这些乱咬人的团体。1987年，善待动物协会向最高法院提出监护权的要求，法院驳回不予审理。

当这些猴子逐渐变老，它们的健康开始走下坡路，其中一只猴子保罗瘦了很多。善待动物协会开始游说国家卫生研究院让它安乐死，他们去向法院提出申请。1989年12月，另外一只猴子比利，也快死了。

神经科学学会（Society for Neuroscience）的主席莫蒂梅尔·米什金（Mortimer Mishkin），也是国家卫生研究院神经心理学实验室的主任，很多年前，他曾经看过陶伯的第一个切断输入神经的实验，也就是推翻谢灵顿反射反应理论的那个实验。在银泉猴子事件时，米什金站出来替陶伯讲话，是少数极力反对国家卫生研究院停止陶伯研究经费的人之一。米什金跟庞斯见面，同意他在猴子安乐死之前，做最后一个实验。这是一个很勇敢的决定，因为国会是同情善待动物协会的，科学家很知道善待动物协会会非常愤怒，所以没有用政府的经费，而用私人捐助的钱来做这个实验。

在这个实验里，比利被麻醉后，科学家把一个微电极植入大脑来分析它手臂在大脑地图的位置。因为科学家和外科医生承受着很大的压力，所以他们把本来要一天才能完成的实验在4个小时内做完了。他们移除猴子脑壳的一部分，植入124个电极到感觉皮质中有关手臂的区域，他们碰触已经被切断输入神经的手臂，如他们所料，手臂没有送出任何电脉冲到大脑去。然后，庞斯轻触猴子的脸，因为大脑地图中，脸跟手是紧邻的。

他很惊讶地看到，当他碰触猴子的脸时，猴子被切断感觉神经的那

只手臂的大脑地图神经元开始发射了，即脸的地图已经占用手的地图了。就如梅策尼希在他自己的实验中所看到的一样，当大脑地图没有用时，大脑可以重新组织，使别的心智功能可以接管没有使用的空间。最让人惊讶的是重新组织范围之大，整整14毫米，手臂地图半英寸以上的地方已经被脸的感觉输入占据了，这是最大范围的神经重组纪录。

做完实验后，他们给比利安乐死，6个月以后，这个实验在3只猴子身上重复，都得到同样的结果。

这个实验给陶伯带来很大的鼓舞，他是这篇论文的作者之一，这篇论文也给其他的神经可塑性支持者很大的鼓舞，大脑的神经元在受损后，不但在少数区域之内可以长出新的分叉，而且这个实验显示，大脑的重组甚至跨越区域，可以发生在更大的范围。

像很多的神经可塑性学者一样，陶伯也跟很多人一起做实验，他为不能来到诊所的病人设计了一个限制-诱导的计算机疗程，叫作自动化限制-诱导疗程（Automated CI Therapy，Auto CITE），目前已有很好的效果出现。美国现在全国都在使用限制-诱导疗法，陶伯的团队现在正在设计一部机器来帮助肌萎缩性脊髓侧索硬化症（amyotrophic lateral sclerosis）患者，物理学家斯蒂芬·霍金（Steven Hawkins）就是得的这种病。这机器可以将他们的思想通过脑波转换去指挥计算机的光标，选择字母拼出字来构成短句。他也参加了耳鸣（tinnitus）的治疗，这可能是听觉皮质地图改变所引起的。陶伯也想知道中风病人能不能通过限制-诱导疗法完全恢复正常。病人现在只接受两周的治疗，他想知道如果持续一年，效果会怎样。

或许陶伯最大的贡献是他对大脑受损的看法应用到了很多领域，帮助了很多人，甚至是非神经性的疾病，因为他看到了“习得的无用”，如因为痛而不再用他们的四肢或关节的关节炎病人，也能因此而得到改善。

在所有的疾病中，很少像中风那样使人闻虎色变，恐惧不已，因为大脑的组织死亡，人生也就失去尊严了。陶伯让他们知道，只要受损组织附近还有活的细胞，都还有希望恢复一些功能，因为细胞有可塑性，可以把功能接手过来。很具讽刺意味的是，整个银泉猴子事件中，唯一让动物忍受无意义的压力、紧张和挫折的时期，是善待动物协会介入的时期，它们神秘地消失，被送到2000英里外的佛罗里达州又被送回来，经历完全不必要的旅途颠簸，显现在它们血液中的压力荷尔蒙上，使它们易怒、咬人。

陶伯的研究每一天都在帮助病人，大部分人是在他们生命的盛年受到病变打击，倒地不起。每一次他们练习使用自己麻痹的手和身体，或开口说话，他们不但自己复活了，也使陶伯坎坷的学术生涯重新发出生命之光。

第6章　打开锁住的脑　利用大脑可塑性停止忧虑、偏执想法、强迫性行为和坏习惯

每个人都有烦恼，因为我们是智慧的动物，所以才会担忧。智慧的本质就是预测，它使我们能够做计划、定策略、有想象力、敢梦想、可以形成假设，同时也使我们担忧，预期坏的事情要发生。但是有些人比别人更会担忧，他们担忧的程度使他们自成一群。他们担忧的事不见得都是真的，事实上，想法“都在他们的脑中”，也因为都在他们的脑中，所以逃避不掉。这些人因为不停地受到自己大脑的折磨，而常常考虑自杀。一个年轻的大学生因为忍受不了自己强迫性的担心和行为，最后把枪放进嘴里，饮弹自尽。子弹穿过了他的额叶，使医生必须切除他的额叶，在当时，这种手术正好是治疗强迫症的方式。他活下来了，强迫性焦虑不见了，他回到学校把书读完了。

忧虑有很多种，焦虑也有很多种：恐惧症（phobia）、创伤后应激障碍（post-tramatic stress disorder，PTSD）、惊恐发作（panic attack）。在这些病人中最常见的是强迫症（obsessive-compulsive disorder，OCD）。他们通常很害怕不好的事情会发生，他们会受到伤害，有时不只是自己，还包括他们所爱的人。虽然他们在小时候可能就是一个相当焦虑的孩子，但是在人生某一个阶段，通常是青春期，他们的焦虑会突然提升到一个新的阶段而发病。一旦发病后，他们就觉得自己像一个受惊的孩子，觉得失去自我控制是件很羞耻的事，他们会隐藏这个毛病不让别人知道，有人甚至隐藏了很多年后才去求医。如果情况严重，有的人几个月都无法从这个噩梦中醒过来，更有人受苦几十年。药物可以减轻他们的焦虑，但是无法使它消失。

强迫症如果不治疗通常会变得更糟，逐渐改变病人大脑的结构。为了减轻强迫症状，就得专注在使他们担心的原因上（确定所有的门窗都关好了，小偷绝对进不来了），结果他越去想门窗有没有关好、有没有漏掉检查，他就越担心，强迫症使他越来越担心。

强迫性想法

第一次发作时，通常会有一个情绪上的原因使病症出现。患者可能是想到母亲逝世的日子，听到竞争对手车祸死亡，感到身体疼痛或有个肿瘤，看到报纸上登某种食物内有化学物质，或在电影里看到一只手着火了。然后他开始担忧自己快要到母亲过世的年龄，虽然他平常不是个迷信的人，但是他感觉自己会在那一天死亡；或是觉得竞争对手的早夭也会降临到自己身上；或是他发现身体出现了不治之症的早期症状；或是他已经中毒了，因为他平日对吃什么不够小心。

我们都曾经有过这些想法，但是有强迫症的人无法放手让这些忧虑的想法走开，他们的大脑和心智带领着他们走过各种不同的可能场景，虽然他们想要抵抗这些想法，不去想它，却做不到。他们觉得这些威胁这么真实，一定要注意防范。最常见的强迫想法是害怕感染不治之症，如被细菌感染了，化学中毒了，被电磁波、放射线照到了，甚至担心被自己的基因背叛。有时强迫症病人的心思会被对称性缠绕，如看到图片不是完全对称，牙齿不是完全整齐，或是东西不是完全按次序排好，他们会花几个小时把东西排整齐。他们会对某个数字迷信，闹钟只能设定在偶数的时间上，音量的转钮只能停留在偶数上。有人有性和攻击的想法—害怕自己会伤害所爱之人，但是这些想法从何而来，他们并不知道。很常见的强迫性想法可能是：“我刚刚开车时听到声音，可能是我撞到了人。”假如他们是虔诚的教徒，亵渎的念头可能会出现，使他们有罪恶感，外加忧虑。许多强迫症患者都有挥之不去的怀疑，一直在猜测：炉火关掉了吗？门锁了吗？自己有没有在无意中伤害到别人的感情？

有些担忧是很奇怪的，即使对担忧的人本身也是没有意义的，但是这并不会使他们的担忧减轻。一个好妈妈会一直想：我会伤害我的宝

宝。另一个好太太会想：我会在睡觉时，起来用菜刀砍死我先生。一个丈夫有个偏执的想法——他的手指头上黏了刀片，所以不能拥抱孩子，不能跟太太做爱，或拍拍狗的头，因为他会伤害到他们。他的眼睛并没有看到刀片，但是他的心里坚持有，他会一直问他太太，他有没有伤害到她。

通常有强迫性想法的人很担心他们在过去所犯的错会伤害到未来，而且并不限于过去真正犯的错，很多时候是他们想象自己可能犯下的错误，担心万一有一天他们一疏忽，祸事就发生了，而作为一个人，不可能每天都很警觉，所以他们总是担心祸事要发生了。这种恐惧会引发偏执性的焦虑，无法关掉。这种有强迫性想法的人只要有一点点坏的可能性，就马上认为在劫难逃、死定了。

我有好几个病人对自己健康的担忧强烈到好像他们是死刑犯，每天都等着被枪毙。但是他们的痛苦还不仅于此，即便医生告诉他，他的身体好得很，他们也只会暂时地松一口气，马上又给自己下了更严重的诊断，说自己这么做一定是疯了，虽然这种想法只是强迫性想法的新伪装。

强迫行为

一般来说，当偏执性的忧虑念头出现时，强迫症患者会想办法消灭这个念头，于是就出现强迫行为了。假如他们觉得自己被细菌污染了，就会不停地洗手、洗澡，假如这不能使焦虑停止，他们就开始洗衣服、洗地板、洗墙壁。假如一个女人害怕她会杀死自己的宝宝，她就会把菜刀用衣服包起来，放在盒子里，锁在地下室。加利福尼亚大学洛杉矶校区的精神科医生杰弗里M.施瓦茨（Jeffrey M.Schwartz）描述有一个男子很害怕被车祸时电瓶漏出来的酸液污染，所以每天晚上他躺在床上听有没有警笛的声音，因为有的话表示附近有车祸。当他听到时就会起床，不论当时是几点钟，他穿上特别的跑鞋，开车出去晃，直到找到车祸的现场。在警察离开之后，他会用刷子洗刷柏油路面几个小时，然后蹑手蹑脚地回家，把穿过的鞋子丢掉。

患强迫症的人常发展出检查的偏执行为。假如他们怀疑自己没有关掉厨房的炉火，或没有锁上大门，他们会一直回去检查有没有关好、有没有锁好，千百遍以上，因为这个怀疑的念头一直去不掉，所以他们出了门通常要一直回去看，几个小时以后才能离开。

那些害怕他们会撞死人的强迫症患者开车时会一直绕回去看，以确定马路上没有躺着死人。假如他们害怕的是得某一种可怕的病，他们会一直检查、再检查他们的身体以确定没有症状出现，他们会去诊所几十次以确定医生没有看走眼。这些检查的行为后来会变成一种仪式，假如他们觉得自己被污染了，就一定要以某种固定的顺序来清洁自己：先戴上手套，开水龙头，以某个固定程序洗刷自己的身体。假如他们有不敬神的念头或性方面的想法，就要进行特定的祈祷形式，还有特定的祈祷次数。这些仪式可能跟他个人的迷信有关，假如他们躲开了噩运或灾

难，他们会认为是因为他们以某种程序检查的关系，所以只有继续加强这种程序的检查才可以避开每一次的灾难。

这种强迫症患者因为一直都在怀疑自己有没有做好，所以他们丝毫不敢犯错，一犯错就吓得要死，更加严厉地改正自己。有一个女人，花了几百个小时才写了一封短信，因为她无法找到让她觉得没错的词，许多博士候选人无法交出博士论文，不是因为他们是完美主义者，而是因为他们担心所写出来的东西会错，他们无法找到觉得完全没错的词。

当一个人想去抵抗这种偏执的念头时，紧张程度就高涨，假如他去进行那些仪式，这种紧张的压力会暂时解除，但是又会使强迫症的念头出现，迫使他再去做仪式性的行为来减轻强迫性念头的压力，如此恶性循环下去，这可怜的人就永无安宁之日了。

强迫症大脑不会自动换挡

强迫症以前很难治疗，药物和行为治疗只能改善一部分。施瓦茨发展了一种有效的、以大脑可塑性为基础的治疗法，不但帮助那些有强迫症的人，也对常常担忧的人有帮助，这些人明知这些忧虑是不必要的，但是无法停止。这种治疗法也对常常以咬手指甲、抓头发、拔头发、购物、赌博和吃东西来减轻压力的人有帮助，甚至对某些无法控制的嫉妒、物质成瘾、强迫性的性行为、对别人看法、自我形象、身材、自尊的过度在意都有帮助。

施瓦茨是在比较强迫症病人与正常人的大脑扫描图时，突然得到灵感，发明了这种新的疗法。据我所知这是第一次像正电子断层扫描（PET）这种技术不但帮助医生了解疾病，而且帮助医生发展出心理治疗的方式。他在病人进行这种疗程之前和之后都做了大脑扫描，发现治疗之后的大脑有跟正常人一样的趋势。这又是另外一个第一，证明谈话治疗也可以改变大脑。

一般来说，当我们犯错时，有三件事情会发生：第一，我们会有犯错的感觉，那种挥之不去的有事情不对劲的感觉；第二，我们变得焦虑，焦虑促使我们去改正错误；第三，当改正了错误之后，大脑会自动换挡，使我们可以去想或做下一件事，于是前面犯错的感觉和焦虑都会消失。

但是强迫症患者的大脑不会自动换挡，让他可以做下一件事，即使他已经改正了拼字的错误，洗过了手，或为忘记朋友生日道过歉了，他还是会不停地想。大脑的自动换挡功能没有作用，犯错的感觉和焦虑会因为一直想而被强化。

我们现在从大脑的扫描中知道，有三个部位跟强迫症有关。

我们发现错误是发生在眼眶额叶皮质（orbital frontal cortex），它在额叶下面、眼睛的后面。大脑扫描显示病人的强迫性行为越厉害，眼眶皮质活化的程度就越高。

一旦眼眶皮质发射“犯错感觉”后，它就送信息到位于皮质深处的扣带回（cingulate gyrus），扣带回的活化会使我们焦虑，觉得不好的事情要发生了，除非我们马上改正错误，把信息送到胃和心脏，使它们不要产生抽搐和狂跳这些跟不好的、害怕的事情连在一起的生理感觉。

负责自动换挡的尾状核（caudate nucleus），也位于大脑的深处，它使我们的想法能够从一件事流到另一件事，除非像强迫症的病人一样，它“卡”住了，变得非常黏。

强迫症病人的大脑扫描显现这三个区域都活化过度，眼眶皮质和扣带回活化起来后就一直保持活化，好像锁定在“开”的位置上了，这是为什么施瓦茨叫强迫症为“大脑锁住”（brain lock）。因为尾状核没有换挡，眼眶皮质和扣带回就继续发射信号，增强了犯错的感觉和焦虑，因为这个人已经改正了他的错误，所以这些都是假警报（false alarm）。功能失常的尾状核可能会过度活化，因为它被卡住了，不能换挡，但是又不停接到眼眶皮质送过来的信息。

引起大脑锁住的原因很多，很多时候有家族遗传的因素，是基因方面的问题，但是也可能由于尾状核受到感染而肿胀。我们下面会看到，学习也在强迫症的发展上扮演了重要角色。

为强迫症大脑解锁

施瓦茨开始发展治疗的方法来解开强迫症大脑的锁，他要改变从眼眶皮质和扣带回的神经回路，使尾状核的功能正常。他在想，病人可以用不停地集中注意力，保持警觉的“人工”方式来替尾状核换挡吗？他要病人转移注意力到别的东西上，一个新的、他有兴趣、可以带来快乐感觉的活动上。这种做法符合可塑性的本质，因为快乐会引发多巴胺的释放，我们前面提到，新活动带来的报酬会固化这个回路而且长出新的神经联结，这个新联结慢慢就可以和旧联结根据用进废退的原则竞争。用这个方法，我们不是打破坏习惯，而是用好的行为去取代坏的。

施瓦茨把治疗过程分成很多的阶段，其中有两个关键。

第一，使强迫症病人在发作时把发生的事情重贴标签，使他了解他正在经历的恐惧并不是来自细菌的攻击，也不是艾滋病，更不是汽车电瓶里的酸液，而是强迫症的症状。他要记住大脑的锁是锁在三个部位上的。作为一个治疗师，我鼓励强迫症病人对自己讲下面的话：“是的，我现在真的有大问题，但它不是细菌，而是我的强迫症。”这个标签使他抽离偏执的内容，跳出来看这件事，这种方式好像是佛教徒在打坐时看众生的苦一样，观察但不卷入。

第二，强迫症病人还要记住这个念头挥之不去是大脑回路出了问题。有些病人觉得这样做很有帮助，在发作的当下，跳出来，去看施瓦茨医生所写的书《脑锁》（Brain Lock）里面不正常的强迫症患者大脑扫描图，然后将它与经过治疗后正常人大脑扫描图相比较，提醒自己改变大脑回路是有可能的。

施瓦茨医生教他的病人将强迫症的一般形式（闯入意识的担忧思想

和冲动）和偏执的内容（如危险的细菌）区分开来。病人越注意内容，他们的情况就越糟。

有很长一段时间，治疗师只注意病人发病的内容，最常见的治疗叫作“暴露与反应抑制法”（exposure and response prevention），这是行为疗法的一种，有一半的强迫症病人会有进步，不过大部分的人不会完全好。假如一个人害怕细菌，治疗师就让他慢慢接触越来越多的细菌，想用这种方法降低敏感度。在实际操作上是让病人待在厕所里（我第一次听到这个疗法时，那个精神科医生是叫病人把肮脏的内衣盖在自己的脸上），你可以了解为什么有30%的病人拒绝这种治疗。让病人暴露在他所害怕的细菌底下并不会使尾状核换挡到下一个想法。它只会使人对细菌更加恐惧，至少有一阵子会。行为主义疗法的第二部分是抑制反应，禁止病人去做他强烈想要做的事。另外一种疗法是认知疗法，它的前提是问题的情绪和焦虑来自认知的失常，即有不正确或夸大的思想。认知疗法咨询师叫病人写下他所害怕的东西，然后叫他们写出这些害怕不合理的理由，但是这种方法也是使病人沉浸在强迫症的内容里。施瓦茨说：“叫病人说我的手不脏其实是重复他已经知道的事情，认知的扭曲不是这种病症主要的问题。病人基本上都知道不去数今天宴会上有多少个瓶子并不会真的使他母亲今夜就死掉。问题是他的感觉跟他的理智是分家的。”心理分析师也是着重在害怕的内容上，他们认为问题出在性和攻击的念头上。他们发现一个偏执挥之不去的念头，如“我会伤害我的小孩”，可能是对小孩压抑的愤怒。对问题有这样的了解，在轻微的病例中，可能会使强迫性的行为消失，但是这对中度或严重的强迫症来说就没有效。虽然施瓦茨相信这些偏执的思想是来自性、攻击及罪恶感的冲突，如弗洛伊德所强调的，但是他看到了一点很重要，这些冲突可以解释强迫症的内容，却不能解释它的成因。

用大脑皮质换挡

在病人承认他的忧虑其实是强迫症的症状后，下面关键性的第二步就是重新聚焦到一个正向、有意义、可以带来快乐的行为上，只要他一发现自己的强迫症又发作了，就要马上将注意力转移到新的目标上。这个新行为可以是种花除草，帮助别人，从事爱好的活动，演奏乐器、听音乐、外出散步或打篮球等。有别人加入的任何活动，都可以帮助病人重新聚焦。假如强迫症在病人开车时发作了，车上应该准备好有声书或音乐光盘，最主要是去做某一件事，用人为的方式换挡。

这对一般人来说看起来好像理所当然，听起来也很简单，对有强迫症的人就不见得了。施瓦茨跟他的病人说，虽然他们大脑的手排档很紧，很难操作，但是只要肯努力，他们可以用皮质来换挡。

当然，换挡是一种机械比喻，大脑并不是一部机器，它是一个活的、有可塑性的东西。每一次病人想要换挡，大脑就会去长新的回路来修理这个排档，这就改变了尾状核。用重新聚焦的方式，病人学习不再困在跳不出的偏执内容中，而是绕过它、避开它。我建议我的病人去想用进废退原则。每一次他们去想那个症状—认为细菌会造成威胁，他就强化了偏执的回路。但是绕过它时，慢慢就可以不理它。强迫症是你越做，就越想做；你越不做，就越不会想去做。

施瓦茨发现你的感觉不重要，实际怎么做才是一件很重要的事。他说，病人挣扎的不是让感觉走开，他们挣扎的是不要向感觉投降（去做你觉得非做不可的事，去思考你偏执的想法，这就是投降）。这种疗法不会马上得到效果，因为神经可塑性的改变需要时间。所以一开始，病人会觉得他要去做，也会感到抵抗不去做时的紧张和压力。治疗的目标

是当强迫症症状出现时，立刻转台到新活动上15～30分钟。（假如你不能抵抗那么久，任何花在抵抗旧行为上的时间都是值得的，即使只有几分钟。抵抗的努力会铺下新神经联结的基础。）

我们可以看到施瓦茨治疗强迫症病人的方法和陶伯的限制-诱导疗法有异曲同工的地方，强迫病人去“转台”，重新聚焦在新的活动上，施瓦茨给病人的就好像陶伯的棉布手套。通过让病人专注在新的行为上30分钟，他给他们大量练习的机会。

在第3章中，我们学到可塑性的两个法则：第一是在一起发射的神经元会连在一起，在想做强迫性行为时，改用愉悦的行为去取代，病人会形成新的神经回路，它会逐渐取代旧的。第二条法则是不在一起发射的神经元不连在一起，不去做强迫性行为时，那个行为与念头之间的联结会变弱，因此可以减轻焦虑。这个联结的切断很重要，我们在前面看到，做强迫性的行为会暂时减轻焦虑，但是长远来讲，会使强迫症变得更糟。

施瓦茨的治疗法也在严重的强迫症病人身上得到好效果。他的病人用药物治疗与他的方法双管齐下时，有80%情况得到改善。使用的药物是一般抗郁剂如氟西汀（Prozac）[1]或安那芬尼（Anafranil）等。药物的作用像小孩子初学脚踏车时加装的辅助轮，它是为了减轻焦虑，使病人可以感受到治疗法的好处，不久之后许多病人便不再吃药，也有些人一开始便不需要药物的帮忙。

我自己看过这个大脑锁住疗法对害怕细菌、洗手症、不停回头去检查等类型的强迫症的效用，它使病人自己手动换挡越来越自动化，发病的时间变得比较短，比较不那么频繁。虽然病人在紧张的时候还是会复发，但是他们可以用新的方法，很快又控制住自己。

当施瓦茨的团队扫描这些病情有改善的病人大脑时，他们发现过去大脑的三个部分锁住、一起过度发射的现象没有了。现在他们正常地分开发射，大脑的锁被解开了。

埃玛的故事

我在一家餐馆与我的朋友埃玛、她的作家先生谢尔顿以及几个其他作家吃晚餐。

埃玛40多岁，当她23岁时，一个基因突变使她得了色素性视网膜炎（retinits pigmentosa），这个疾病使她的视网膜细胞死亡。5年前她已经完全看不见，开始用导盲狗玛帝来带路。

埃玛的盲已经重新组织了她的大脑以及生活。在餐桌上，好几个客人对文学很有兴趣，自从埃玛看不见以后，她读的书比我们还多，科兹威尔（Kurzweil）教育系统的计算机程序会用计算机语音念书给她听，碰到逗点就停顿一下，碰到句点就停较久一点，碰到问号，声音就上扬，这种计算机语音的速度很快，我一个字也听不懂。但是埃玛可以，她是经过学习逐渐变快的，她现在一分钟可以读到340个字，还继续在读所有的经典名著。“我进入一个作者的网站，读这个作者所有的作品，然后我再去读下一个作者的作品。”她已经读完陀思妥耶夫斯基（Dostoyevsky，她的最爱）、果戈理（Gogol）、托尔斯泰（Tolstoy）、屠格涅夫（Turgenev）、狄更斯（Dickens）、切斯特顿（Chesterton）、巴尔扎克（Balzac）、雨果（Hugo）、左拉（Zola）、福楼拜（Flaubert）、普鲁斯特（Proust）、司汤达，以及其他许多作家。最近她一天之内读了三本特罗洛普（Trollope）的小说。她问我，她怎么可能比她未盲时读得更快？我认为她的视觉皮质因为长久不用已经被她的听觉处理占用了，所以她的听觉处理的速度可以变

快。

那天晚上，埃玛问我关于她要一直检查不然不安心的症状。她告诉我她要出一趟门是很不容易的，因为她要一直回去看炉子有没有关好、门有没有锁好。在她还去办公上班时，出门上班走到一半，还会折回去看门有没有锁好，回去后又觉得应该去看一下炉子有没有关好，电器的插头有没有拔掉，水龙头有没有关紧，都好了以后，她再度离家，走到一半又折回去，从头再检查一次。她要重复这个动作很多次，而且要拼命抵抗回去检查的冲动。她告诉我，在她成长过程中，权威的父亲使她非常焦虑，当她离家独立时，她不再焦虑，但是现在这个焦虑好像被一直回去检查所取代，而且这现象有越来越严重的趋势。

我解释大脑锁住的理论给她听，我告诉她，通常我们检查再检查电器用品是没有集中注意力的，所以我建议她检查一次，而且只有一次，但是要非常注意，完全不漏掉任何一个细节。

第二次我看到她时，她很高兴。“我现在好多了，”她说，“我只检查一次，然后我就去做下一件事，我还是会感到那种想要检查的渴望，但是我抵抗它，然后它就过去了。当我练习得越多时，它过去得就越快。”

她假装瞪她先生一眼，因为他开玩笑地说，在宴会中，拖着精神科医生一直问自己的病情是不礼貌的事。

“谢尔顿，”她说，“我并没有发疯，只是我的大脑卡住了，没有翻到下一页而已。”

[1] 氟苯氧丙胺俗称百忧解。——译者注

第7章　疼痛　可塑性的黑暗面

当我们希望我们的感觉完美时，神经可塑性是一个恩赐，但是当它为疼痛效劳时，可塑性是一个诅咒。

疼痛是神经可塑性专家V.S.拉玛钱德朗（V.S.Ramachandran）最感兴趣的一个课题。拉玛钱德朗生在印度的马德拉斯市（Madras），他是有印度教背景的神经学家，他是一位医生，也是一位心理学博士，他的学位来自英国剑桥的三一学院（Trinity College）。我们是在美国加利福尼亚州的圣迭戈（San Diego）会面的，他是加利福尼亚大学大脑与认知中心的主任。拉玛钱德朗有着黑而卷、像波浪般的头发，穿着黑色皮夹克，他的声音低沉有力，有英国口音，但是当他兴奋起来时，他的r音拖得很长，像鼓声隆隆。

当许多神经可塑性专家致力于帮助人们发展或找回读书、运动的技能或克服学习障碍时，拉玛钱德朗用可塑性去找出心智的内容。他让我们看到我们可以用相当短暂而无痛的疗程去改变我们的大脑，他指的是用想象力和知觉（perception）。

他的办公室里并没有高科技的仪器，只有19世纪简单的机器，一些吸引孩子接触科学的简单发明，如使两张图片放在一起变成三度空间影像的立体镜（stereoscope），过去治疗歇斯底里的电磁仪器，一些像游乐场的哈哈镜、早期的放大镜、化石，及一个年轻人的大脑标本，房间里还有弗洛伊德的半身像，一张达尔文的肖像，还有一些性感的印度艺术品。

这个房间只可能是一个人的办公室，现代神经学的福尔摩斯，拉玛钱德朗。他是一个侦探，一次解开一个神秘的案子，好像完全不知道现

在科学讲究的是统计上大样本群的研究。他认为个案对科学也有贡献。他说："想象我把一只猪呈现给一位充满怀疑的科学家，坚持这只猪会说英文，我挥一下手，这只猪就说英文了，你认为这个科学家说，'但是这只有一只猪，拉玛钱德朗，再给我看一只会说英文的猪，我才会相信你。'这句话合理吗？"[1]

他一直认为神经学上奇怪的案例可以帮助我们了解正常的脑功能。"我很讨厌科学上的一窝蜂。"他告诉我。他不喜欢去参加科学会议，那种几千人的研讨会。"我告诉我的学生，当你们去参加科学会议时，看到别人去一个方向，你就朝相反的方向走，不必锦上添花。"

他告诉我，8岁开始，他就躲避运动、宴会，他发展一个又一个的兴趣：古生物学（paleo-tology，他收集罕见的化石）、贝类学（conchology）、昆虫学（entomology，他特别喜欢甲虫），以及植物学（botany，他培养兰花）。他的兴趣在办公室中到处可见，都是一些美丽的自然物体：化石、贝壳、昆虫和花卉。他告诉我，假如不是成为神经学家，他会是一个考古学家，研究美索不达米亚的苏美尔人（Sumer）或是印度河谷。

这些维多利亚时代的兴趣显现他对那个时代科学的兴趣，那是分类学的黄金时代，人们的足迹遍布全世界，用肉眼和达尔文的观察方式将大自然的万物分类，将它们纳入广泛的理论中，来解释生物界的各种主题。

拉玛钱德朗也是用同样的方式来研究神经学，他早期的研究是调查有幻觉的病人。他研究大脑受伤后认为自己是宗教上的先知，或是有卡普格拉综合征（Capgras syndrome）的病人，这些人认为他们的父母或配偶是冒名顶替者，不是真的父母或配偶。他研究视幻觉及眼睛的盲

点。他没有用现代的技术就找出了这些病的原因，为正常的大脑功能带来了新的认知。

“我很瞧不起那些复杂昂贵的机器，”他说，“因为你要花很多的时间去学会用它，我对数据要经过太多处理才得到的结论都很怀疑，你有很多机会去操弄数据，不管是不是科学家，人都喜欢自我欺骗，人倾向于看到他所期待的数据。”

拉玛钱德朗拿出一个正方形大盒子，里头有一面镜子，看起来很像小孩子玩的魔术盒子，他用这个盒子与他对可塑性的洞察力，解开了几百年来幻肢的神秘面纱以及它所带来的长期痛苦。

[1] 个案（individual case）和团体平均（group data）一直是神经心理学上的争辩，哪一种研究法才是有代表性的到现在还没有定论，加利福尼亚大学圣迭戈分校（University of California, San Diego）还是个案研究法的大本营，代表人物为贝兹（Liz Bates）博士及拉玛，团体平均的代表人为当时在约翰·霍普金斯大学的卡拉马撒（Alfonso Caramazza）博士。——译者注

神秘的幻痛与幻肢

我们承受了许多不知名的疼痛，也不知它是从哪里来的，疼痛是没有退件地址的。英国海军大将尼尔逊爵士（Lord Nelson）在1797年的战役中失去了他的右臂，一只可以感觉到却看不到的手臂，尼尔逊最后说他这只手的存在是“灵魂存在的直接证据”，假如一只手可以在切除后，仍然存在，那么一个人在形体消失后，也仍然可以存在。

95%的人在切除四肢后会有四肢部位长期性的痛觉，这种“幻痛”（phantom pain）甚至一生都去不掉，你如何去除一个不存在的器官上的疼痛？

幻痛折磨着被切除四肢的士兵以及在意外中失去肢体的人，它是几千年来困扰医生的“神秘不可思议的痛”，因为它不是来自身体，即使在一般例行的手术之后，有些人会有同样神秘的手术后疼痛，也可以痛上一生。疼痛的文献包括：妇女在切除子宫后，仍然有经痛和产痛，有男性在胃溃疡的胃和神经都切除后，仍然感到胃溃疡时的疼痛，也有人在直肠切除后，还感到肛门和直肠的痛，还有人在膀胱切除后，仍然会感到慢性的疼痛和尿急。如果我们记住它们都是幻痛，是内在器官被切除的结果，这些事情就可以理解了。

正常的痛、急性的疼痛，警告我们受伤了或生病了，它送信息到大脑说“就是这里受伤了，赶快去处理它”。但是有的时候，伤害可以同时损坏我们的身体组织和我们疼痛系统中的神经。结果就是神经痛（neuropathic pain），没有外在的原因。我们的疼痛地图受到损坏，它就一直发射疼痛信息，其实是假警报，它使我们相信这问题出自我们的身体，实际上来自大脑。在身体已经复原很久后，疼痛系统还在发射

疼痛信息，这种痛就“永垂不朽”，死后仍有生命了。

幻肢最早是美国医生塞拉斯·威尔·米切尔（Silas Weir Mitchell）在照顾盖茨堡（Gettysburg）伤兵时发现的，他对这种幻觉深感兴趣。美国内战时，还没有抗生素，救受伤士兵唯一的方式就是把受伤的肢体切除，以免坏疽蔓延开来。很快地，被截肢的士兵报告他们的肢体回来折磨他们，米切尔最初叫这种经验为感官的鬼魂，后来把它们叫作“幻肢”。

这些幻肢通常具有真实性，手被截肢的人在说话时，常觉得切除的手臂在打手势，在跟朋友挥手说哈啰，或在电话响时，伸手去接电话。

少数医生认为幻肢是来自病人心中期待的念头——否认失去肢体的痛苦。不过大部分人是假设被切除肢体的神经终端因为运动受到刺激，有些医生治疗这个幻痛的方式就是把肢体和神经再多切断一点，结果一次一次地切，疼痛一次又一次地在手术后又回来。

抓抓脸颊，幻肢就不痒了

拉玛钱德朗在医学院念书时，就对这个幻痛现象感兴趣。1991年，他读到庞斯和陶伯合写的关于银泉猴最后一个实验的报告。他记得在猴子被安乐死之前，庞斯找出它们被切断手部感觉神经的大脑地图，发现原来手部的大脑地图并未因神经切断没有信息进来而萎缩，相反地，它们正在活跃地处理脸部送来的信息。根据潘菲尔的理论，这个现象是很正常的，因为脸与手的地图是紧邻的。

拉玛钱德朗立刻想到可塑性可以解释幻肢的现象，因为陶伯的猴子和病人的大脑地图被剥夺了从四肢送来的信息，有没有可能这些被截肢的人，他们的脸部地图已经侵入了手部地图？所以当被截肢的人脸被触摸时，他们感觉被触摸的是他们的手？拉玛钱德朗怀疑，当陶伯的猴子被触摸脸时，它们的感觉是脸呢？还是已经被切断神经的手？

苏伦生（化名）在一场车祸中失去了他的手，当时他才17岁。当他被抛到空中时，他往下看，看到他的手仍然紧握着椅垫，已经跟身体分离了，后来它必须从手肘以下切除。

大约4周之后，他开始感觉到幻肢，那只已经切除的手在做许多它原来在做的事。当他跌倒时，那只幻肢反射反应要伸出来去支撑住他的身体，使他不会摔得那么重，或在看到弟弟时，伸出手去拍拍他的肩膀。他的幻肢还有其他的症状，包括一个令他抓狂的现象，他的幻肢会痒，而他抓不到痒处。

拉玛钱德朗从同事那儿听到苏伦生被截肢的事，他请苏伦生来找他以验证他的幻肢理论：幻肢是来自大脑地图的重组。他用手帕把苏伦生的眼睛蒙住，然后用棉花棒轻触苏伦生的身体各个部位，问苏伦生感觉

到什么。当他轻触苏伦生的脸颊时，苏伦生报告说他感到脸和幻肢上有东西，当拉玛钱德朗轻触苏伦生的上唇时，他感到上唇及幻肢的食指有东西抚过。拉玛钱德朗发现轻触苏伦生脸上其他部分时，他感到幻肢的其他部分也有东西轻抚过。拉玛钱德朗滴了一滴温水到苏伦生的脸颊上，他感到有东西流下他的脸颊，但是同时也感到有东西流下他的幻肢手臂。最后苏伦生发现他终于有办法去抓幻肢的痒了，他只要抓他的面颊即可。

在拉玛钱德朗成功地应用棉花棒证实了他的理论之后，他用最新进的脑磁波仪（magneto-encephalography，MEG）来确定苏伦生手臂和手的大脑地图，脑造影的结果证实了苏伦生手部的大脑地图已经用来处理脸部的感觉了，他的脸跟手的地图已经混合在一起了。

拉玛钱德朗在苏伦生身上的发现一开始在临床神经学家之间引起了很大的争议，因为他们不相信大脑地图是有可塑性的，不过现在大多数人都接受了这样的看法。跟陶伯合作的德国团队所做的大脑扫描实验，也证实了大脑可塑性改变的程度与截肢者体验到的幻肢痛之间的相关。

拉玛钱德朗强烈地怀疑地图受到入侵是因为大脑神经长出新的联结，他认为当身体的某个部分没有了，它在大脑中所留下的地图渴望着信息的再输入，于是分泌神经生长因素邀请邻近地图的神经元送一些神经新芽到它们这边来。

一般来说，这些新芽是联结到相似的神经元上，触觉的神经新芽会连到其他的触觉神经上，但是我们的皮肤传递的信息不只是触觉，它有个别的感受体侦察温度、震动及痛觉。每一个感受体都有它自己的神经纤维通到大脑。在大脑中，它们有自己的大脑地图，有些地图彼此很接近，有的时候，因为触觉、温度觉、痛觉的地图这么靠近，在受伤后会

有交叉接错线的情形，所以拉玛钱德朗在想，会不会因为接错了线，在触摸这个人时，他感觉到痛或温度？有没有可能轻触一个人的脸而让他感到截肢的手臂会痛？

幻肢这么不可预测又引起这么大麻烦的一个原因是大脑地图是动态的，在一直不停地改变，甚至在正常的情况下，前面我们在梅策尼希的实验上看到的脸部大脑地图也会移动一些。幻肢的地图会移动是因为它们的输入是突然被切断的，有剧烈的改变。拉玛钱德朗和陶伯以及他们的同事在重复扫描大脑地图时，都发现幻肢的地图形状也在不停地改变。他认为人会感到幻肢的痛是因为当截肢时，肢体原来的地图不但缩小，还因此分崩离析，无法正常运作了。

错位的性兴奋

并非所有的幻肢都会痛。在拉玛钱德朗发表他的发现后，截肢者纷纷来找他，好几个脚截肢者很不好意思地告诉他，当他们性交时，常常在截去的腿和脚上感到高潮。有一个人说因为他的脚和腿比他的生殖器大了许多，所以他的高潮也比过去大了许多。过去这些病人的报告都被嗤之以鼻，被认为是想象力太丰富，拉玛钱德朗却认为这些报告有神经学上的道理。潘菲尔的大脑地图显示性器官的位置是在脚的旁边，因为脚不再接受信息输入了，性器官的地图就扩张到脚的地图，所以当性器官经验到愉快感时，幻肢也经验到了。拉玛钱德朗开始想，有些看到别人的脚会引起性兴奋的恋足狂是不是因为脚和性器官的地图紧邻的关系。

其他性兴奋的谜也可以解开了。有一个意大利医生阿格里欧提（Salvatore Aglioti）报告：有些女性的耳朵、锁骨和胸骨受刺激时会感到性兴奋，这三者的大脑地图都跟乳头的大脑地图紧邻；有些因阴茎癌

而把阴茎切除的男士不但体验到幻阴茎，而且阴茎还会勃起。

真实与错觉的界限

在拉玛钱德朗检查过很多的截肢者后，他发现一半的病人有不愉快的幻肢感觉，有人觉得幻肢僵在某一个动作上，或是套在水泥、石膏中不能动弹，其他人觉得好像抱着一条不能动的手臂。这些影像冰冻在时间中，一颗手榴弹在手中爆炸的士兵，永远一直不停地在重复手榴弹爆炸时的痛苦。拉玛钱德朗有一位女病人的大拇指因为冻疮必须切除，结果她的幻肢同时把冻疮的痛感也锁住了，永远感受到痛。有人一直感受到不存在的坏疽、向内长的脚指甲、水泡、在肢体切除前的疼痛记忆，尤其是在切除时的疼痛记忆。这些病人体验的不是只有疼痛记忆，而是实实在在当时的疼痛（有时会痛到流冷汗），有的人可能几十年都不会痛，但是有一天或许一根针刺到了激发点，在几个月或几年之后会重新激发那种痛苦。

当拉玛钱德朗仔细研读那些幻肢疼痛又麻痹的人的历史后，他发现他们的手臂都是在上夹板或吊带好几个月之后才切除的，他们的大脑好像记录的是手臂在截肢前的位置。他怀疑是这只不存在的手臂让这种瘫痪麻痹的感觉一直存在。一般来说，当大脑的运动中枢送出指令去移动手臂时，大脑会接到各种回馈感觉，让大脑知道这个指令已经被执行了，但是手臂被固定的人，大脑无法接到手臂已经移动的回报，因为没有手，所以没有神经可以送出回馈，因此大脑就觉得这只手臂被僵住了，不能动。因为这只手臂曾经上石膏夹板好几个月，所以大脑地图就发展出手臂不能动的表征。当手臂切除后，并没有新的输入来改变原先的大脑地图，所以这只手的心智表征一直停留在冻结不能动的时期，这种情况跟陶伯在中风病人身上发现的习得性麻痹很相似。

拉玛钱德朗认为，被截掉的肢体无法传送回馈信息不但引起麻痹的

幻肢，同时引起幻痛。大脑的运动中枢可能送指令到手的肌肉要它收缩，但是没有接到回馈报告说已经执行了，所以指令就升级，就好像是说：握紧你的拳头，握得还不够，手指还没有碰到手掌，尽你所能握紧你的拳头。这些病人觉得他们的手指甲都已经插入手掌了，假如手臂还在的话，这样紧握拳头就会痛了，这个想象的紧握引起了痛，因为最大程度的收缩跟痛在记忆中是连在一起的。

拉玛钱德朗于是问了一个最大胆的问题：幻肢的痛和麻痹是否可以“去学习”？这是精神科医生、心理学家和心理分析师会问的问题：一个人如何去改变有心理真实性、但是没有物质真实性的情况？拉玛钱德朗的研究开始模糊神经学和精神医学的疆界，也模糊了真实与错觉的界线。

幻肢被“切除”了

拉玛钱德朗又想到了一个以毒攻毒的方式，用错觉来打击错觉，假如他可以送一个假的信号到大脑，让病人以为他在动那只不存在的手，有可能吗？

这个念头使他发明了一个装有镜子的盒子去骗病人的大脑，当病人把好的手伸进盒子时，那面镜子会使病人以为是他已被截肢的手又复活了。

这镜盒跟大的蛋糕盒一样大，没有盖子，它分左、右两个隔间，盒子前面有两个洞，如果病人的左手被截肢了，就把好的右手从右边的洞伸到右边隔间中。然后，他要去想象已被截肢的左手也伸进左边的洞里，进入左边隔间。

区分两个隔间的是一面直立的镜子，面对好的右手。因为这个盒子没有盖子，所以病人可以看见他右手的镜像，在镜子中，好像是他尚未切除的左手，当病人移动他的右手时，通过镜子，好像他的左手也在动。拉玛钱德朗希望病人的大脑会以为已被截肢的左手在动。

为了找受试者来验证他的镜盒理论，拉玛钱德朗在当地的报纸上登广告，诚征截肢者，马丁内斯（Philip Martinez）来应征了。

大约10年前，马丁内斯骑摩托车，以每小时55英里的速度前进时，出了车祸，他飞了出去。从左手、左臂到脊椎的神经都在飞出去时扯断了，他的手臂仍然连在身体上，但神经断了，没有信息从他的左臂送进大脑。他的手臂比没有用还糟糕，变成了一个没有用的负担，他必须用绷带吊着，他最后决定切除左臂。但是在切除后，他感到手肘处有非常

严重的幻肢痛。这只幻肢也是麻痹的，他觉得只要能移动这只手，他就能减轻痛苦，这种幻痛使他沮丧，甚至想要自杀。

当马丁内斯把他好的手臂放进镜盒时，他不但看见他的幻肢在动，他同时也感觉到它在动，他高兴得不得了，说他觉得这只手臂又被接上了插头，可以用了。

但是假如他一停止看盒子中的镜像或闭上眼睛，他的幻肢又僵住了。拉玛钱德朗把这个盒子交给马丁内斯叫他带回去练习，希望他可以刺激大脑地图的改变，重新组织大脑地图来“去学习”他的麻痹感觉。马丁内斯每天用这个盒子练习10分钟，但是仍然是只有看着盒中的镜影时才有效，眼睛一闭上又回到原样。

4个星期后，拉玛钱德朗接到马丁内斯的电话，他非常地兴奋。不但他的幻肢永远地解除冻结了，它还消失了，即使他不再用盒子，幻肢也没有再回来。跟着消失的是他的幻肘及幻肘的痛，唯一剩下的是他的幻指，挂在肩膀之下。

拉玛钱德朗这位神经学上的错觉专家，变成了第一位执行不可能的手术的医生—成功地切除了一只幻肢。

身体是大脑建构的幻象

拉玛钱德朗把这个镜盒用在许多病人身上，大约有一半病人的幻痛消失了，原来僵住在某个位置上的手可以动了，又开始觉得自己对手有控制了。其他科学家也发现镜盒可以使他们的病人情况改善。功能性核磁共振的大脑扫描显示这些病人幻肢的运动地图随着情况改善而增加，伴随截肢而产生的地图萎缩状况也逆转了，感觉和运动地图正常化了。

镜盒用改变病人对他自己身体的知觉来去除痛感。这是一个非常了不起的发现，因为它让我们知道我们的心智是怎样在运作，也让我们知道我们是怎样体验到痛觉。

痛和身体影像是紧密相关的，我们的痛都跟身体相关，你说："我的背痛简直要了我的命。"你不会说："我的痛觉系统简直要了我的命。"但是幻肢让我们知道，我们并不需要身体部件甚至痛觉感受体来让我们感受到痛，我们只需要大脑地图所制造出来的身体影像就够了。真正有手的人并不会了解到这一点，因为我们四肢的身体影像丝毫不差地投射到我们的四肢，使我们没有办法去区分身体影像跟身体。拉玛钱德朗说："你的身体是一个幻象，是大脑为了方便起见建构出来的东西。"

身体影像的扭曲其实常常可以见到，神经性厌食症（anorexics）患者觉得自己的身体很胖，但其实他们已在饿死的边缘了。这让我们看到身体影像跟身体其实是不同的，有一种人对他自己的身体有扭曲感，叫作身体变形症（body dysmorphic disorder），身体明明是在正常情况的范围之内，他们却觉得自己身体有毛病，认为自己的耳朵、鼻子、嘴唇、胸部、阴茎、阴道或臀部太大或太小，或就是"不对"，他们为此而抬不起头来，觉得非常羞愧。性感女神玛丽莲·梦露（Marilyn Monroe）

就曾认为她的身体有许多不完美之处，这种人常会求助整形手术，但是即使动了手术仍然觉得自己有缺陷。他们需要的其实是“神经整形手术”（neuroplastic surgery）来改变自己的身体影像。

拉玛钱德朗成功地重新组织过大脑幻肢的地图，让他看到这个方法或许可以帮助扭曲身体影像的人重组他们的大脑，为了要了解他所说的身体影像是什么意思，我问他可否解释心智建构的身体影像与实际物质建构的身体有什么差别。

他叫我坐在桌子前面，把一个整人玩具店所卖的那种假橡皮手放在桌上。它的手指头与桌子边缘平行，大约离桌边1英寸。他叫我把我的手也放在桌子上，与这假手平行，大约离桌边8英寸，我的手与假手完全平行，指着同一个方向。然后他放了一块硬纸板在我的手与假手中间，使我只能看见假的手。

然后，他当着我的面，去搔那假手，与此同时，他用另一只手搔我的手背，但是隔着硬纸板，我看不见。当他搔假手的大拇指时，他也搔我的大拇指，当他轻敲假手的小指三次时，他同时也轻敲我的小指三次，当他摸假手的中指时，他也摸我的中指。

只一下子，我自己的手被触摸的感觉便消失了，我开始觉得我的触摸感觉来自那个假手，那个橡胶手已经变成我的身体影像了，这个错觉跟我们以为腹语者的木偶真的会说话，或以为卡通人物或电影明星真的在说话一样，因为嘴唇的动作与声音是同步的。

然后拉玛钱德朗变了一个更简单的把戏。他叫我把我的右手放在桌子底下，所以我看不见我的右手，然后他一只手轻敲桌子，另一只手在桌子底下敲我的手，当然我看不见他的动作，但是两者节奏相同，而且桌面上的手及桌面下的手移动的距离、方位都相同，几分钟以后，我就

不再感觉到他在轻触我桌下的手，很神奇地，反而觉得我手的身体影像已经跟桌子合在一起了，我感到轻触的感觉是来自桌面，他创造了一个错觉，现在我的身体影像感觉已经扩张到家具上了。

拉玛钱德朗在做这个桌子实验时，曾经测量受试者的肤电反应（galvanic skin response）来看他们紧张的程度。在轻触桌面和桌下的手多次直到受试者的身体影像扩张到包括桌子后，他就拿出一把铁槌，用力向桌面打下，这时受试者的压力反应直上云霄，好像拉玛钱德朗打的是受试者的手一样。

疼痛也是大脑的建构

拉玛钱德朗认为痛就好像身体影像，是大脑创造出来，然后投射到身体上，这个看法跟一般看法相矛盾。传统神经学认为当我们受伤时，我们的痛觉感受体送出单向的信号到大脑的疼痛中心，疼痛的程度跟我们受伤的严重性成正比，我们假设疼痛一向是送出正确的受伤报告。这个传统的看法可以追溯到笛卡儿，他把大脑看成被动的痛觉接受者，但是这看法在1965年被推翻了，一位加拿大研究幻肢和痛的神经科学家罗纳德·梅尔扎克（Ronald Melzack）和一位专门研究痛和可塑性的英国神经科学家沃尔（Patrick Wall）合写了一篇疼痛史上最重要的论文。他们认为疼痛系统布满大脑和脊髓，而且大脑绝对不是被动接受痛的信息，它是主控者。

他们的“疼痛闸门控制理论”（gate control theory of pain）认为从受伤处到大脑之间有一连串的控制器，即“闸门”。当疼痛信息从受伤的组织经由神经系统往上送时，从脊髓开始它们经过许多道闸门，才能上达大脑，但是这些信息只有在大脑给予许可证时，才能通行无碍。大脑必须先确定它们够不够分量，重不重要，才决定放行。假如拿到许可证，这道闸门就会开启，让某些神经元活化，传送疼痛信息，加强痛的感觉。大脑也可以关掉闸门，用释放脑内啡的方式，阻止疼痛信息往上传。脑内啡是大脑自己制造的止痛剂，它的成分和吗啡一样。

这个疼痛闸门理论解释了我们所经验到的各种疼痛。例如，在第二次世界大战时，在意大利的70%的美军在严重受伤后都说他们不痛，不要止痛药。在战场上受伤的军士常常不感觉痛，继续打仗，好像他们的大脑关上了闸门，使注意力集中在如何逃避受伤，只有当他到达安全地方后，疼痛信息才被允许送达大脑。

医生很早就知道一个期待止痛药能够减轻他痛苦的病人，往往在服下不含任何药物的安慰剂后，也能达到减痛的效果。功能性核磁共振的大脑扫描显示在安慰剂发挥效应时，大脑关掉了它自己的疼痛反应区域。当一个母亲安抚她受伤的孩子时，她会轻抚她的孩子，柔声地对他说话，她在帮助他的大脑减轻痛的程度。我们对疼痛的感觉有很大一部分由我们的大脑和心智决定，如我们当时的心情、我们过去对疼痛的经验、我们的心理，以及我们自己觉得受伤有多严重。

沃尔和梅尔扎克显示我们疼痛系统的神经元比我们想象的更有弹性。脊髓的重要疼痛地图在受伤后可以改变，长期受伤会使疼痛系统的细胞比较容易发射，这种可塑性的改变就使这个人对痛特别敏感。地图也可以扩大它的感觉区，处理更多身体表面的信息，增加疼痛的敏感度。地图改变时，疼痛信息会扩散到邻近的疼痛地图上去，而可能产生牵连痛（referred pain），使得身体某个地方受伤，却在另一个地方感受到痛。有的时候，单一疼痛信息在大脑中反射回响，使这个疼痛在原始刺激已经停止后仍然持续存在。

这个控制闸门理论引出新的止痛疗法，沃尔跟其他人共同发明了“跨皮肤电神经刺激法”（transcutaneous electrical nerve stimulation，TENS），它是用电流刺激抑制痛的神经元，帮助疼痛闸门的关闭。这个控制闸门理论也使西方科学家比较能接受针灸，这是用刺激身体的穴道来减轻痛感，通常这些针灸穴都离感到痛的地方很远。看起来，针灸可以活化抑制痛的神经元，关上闸门，阻止痛的知觉。

梅尔扎克和沃尔还有一个革命性的卓见：疼痛系统还包括运动的成分。当我们切到手指时，我们会马上压住伤口，这是一个运动的动作；当脚踝受伤了，我们会摆一个安全的姿势，本能地保护受伤的脚踝，大脑下达命令，直到脚踝复原之前，不准动任何肌肉。

拉玛钱德朗扩展了这个疼痛闸门理论，发展出他下一个想法：疼痛是可塑性大脑控制下一个复杂的系统，疼痛是有机体对目前健康情况的意见，而不仅是对受伤的反射反应。大脑在收集了从各处送来的证据后，才决定要不要引发痛觉。他又说：“疼痛是一种错觉。”我们的心智是一个虚拟现实的机器，它间接地体验这个世界，在我们大脑中建构一个模式来处理外界的信息。所以疼痛就像我们的身体影像一样，是我们大脑的建构，因为拉玛钱德朗用镜盒去改变身体影像，清除幻肢和它的幻痛，他是否也可以用镜盒来使真正四肢的长期疼痛消失？

解除“习得的疼痛”

拉玛钱德朗认为他也许可以对反射性交感神经萎缩（reflex sympathetic dystrophy）患者的“第一型长期疼痛”有所帮助。这是一个小伤（如指尖被昆虫咬伤或淤青）却使得整只手臂痛到不能动的情况，甚至可能在原始的伤口都好了以后还在痛，常常会变成长期性的疼痛，只要轻触皮肤就马上引发灼热的不舒服感和挥之不去的令人讨厌的疼痛。拉玛钱德朗认为这是大脑重组它自己的可塑性引发了病态的保护机制。

当我们保护自己时，我们会防止肌肉运动，以免刺激到伤口。假如我们必须有意识地提醒自己不要动，那就会累垮，而且一不小心就会活动而伤害自己，让自己疼痛。拉玛钱德朗觉得，假设大脑在活动受伤部位之前先引发痛，就是在运动中心发出指令到这个指令被执行之间引发痛，这个动作就不会产生了，还有比发出运动的指令就引发痛更好的防止运动的方式吗？拉玛钱德朗认为这些长期疼痛病人的运动指令跟疼痛系统组合在一起了，所以虽然肢体已经愈合了，但大脑送出运动的指令时，它还是引发了疼痛。

拉玛钱德朗把这叫作“习得的疼痛”，他想或许镜盒可以帮忙解除痛苦。这些病人试过了所有传统的疗法：干扰痛处神经的联结、物理治疗、止痛药、针灸、骨疗法[1]（osteopathy），但都没有效果。沃尔的团队曾经做过一个实验，请病人把两只手都放进镜盒中，让病人只能看见他好的手臂及这只手臂的镜像，然后请病人随意动他的手臂（假如可以的话，也请病人动他痛的手臂10分钟），一天好几次，持续好几个星期。镜像中的运动是没有大脑运动指令就产生的，它就骗过了大脑，让大脑以为坏的手臂可以自由移动而不会痛，这个练习使大脑觉得不需要

再警戒保护了，因此大脑中断了手臂的运动指令与疼痛系统的联结。

这个实验发现镜盒对疼痛仅仅持续了两个月的病人效果最好，第一天疼痛明显减轻，而且这个效果在不使用镜盒之后仍然存在，一个月之后，他们就不再痛了。已经痛了5个月到一年的病人，效果就没有那么好，但是他们的手臂不再僵硬，可以回去工作了。对那些已经痛了两年以上的病人就没有任何改进。

为什么呢？一个理由是长期疼痛的病人这么久不曾动过他的手臂，大脑中的运动地图已经退化了，这也再一次证明大脑是用进废退的。剩下的少数联结是当手臂最后运动时用到的那些，很不幸的，那些联结正是连到疼痛系统中的，就像一直戴着夹板或石膏的病人最后决定截肢时，会发展出瘫痪的幻肢，因为那正是他的手在尚未截肢前的最后一个印象。

澳大利亚有位科学家莫斯利（G.L Moseley）觉得他或许可以帮助那些镜盒不能帮助的病人。莫斯利要用心智练习的方式重新建构一个坏的手臂的运动地图，他想或许这可以激发可塑性的改变。他请这些病人想象他在动那只会痛的手，不要真的去做，只在心中想象，以活化大脑运动的回路。他也给这些病人看手的图片请他们判断这些手是左手还是右手，直到他们可以迅速正确地判断出左、右手为止，实验上已知这项作业可以活化运动皮质。实验者给病人看各种姿态的手，请他们想象这个姿势15分钟，一天三次，然后再做镜盒练习。12周之后，有些人的痛减少了，有一半的人，疼痛消失了。

请想想看，这个实验有多了不起，仅仅用想象和视觉错觉来重新建构大脑地图，没有打针、吃药，没有电流刺激，就将极其痛苦、难以忍受的长期疼痛减轻或治愈了。

疼痛地图的发现也为外科手术及止痛药带来了新的方向。假如在全身麻醉之前，先局部麻醉，阻挡局部神经疼痛的感觉，手术后，幻肢的痛就可以减轻。在手术前先使用止痛药，而不是在手术后使用，可以防止大脑可塑性改变疼痛地图，“锁住”疼痛。

拉玛钱德朗和阿特休勒（Eric Altschuler）用实验证明镜盒在其他非幻肢的问题上也有效，例如中风病人瘫痪的腿。镜盒治疗法与陶伯治疗法的差异在于它是骗了病人的大脑，让大脑以为坏掉的手可以动，所以脑就开始刺激那只手的运动程序。另一个实验显示镜盒治疗法对严重中风、身体一边完全不能用的瘫痪病人也有帮助，它帮助这些病人做好准备以接受陶伯的疗法。这些病人可以恢复一部分手的机能，这是第一次，两个新发明的以大脑可塑性为基础的疗法（镜盒治疗法与限制-诱导治疗法）一起连续使用。

[1] 骨按摩，宣称可以治疗全身疾病的学说。——译者注

心的力量

在拉玛钱德朗生长的印度，许多西方人觉得不可思议的事，在那里是稀松平常的。他知道瑜伽大师可以经由打坐减轻痛苦，赤足在烧红的煤炭上走或睡钉床，他看到宗教狂热者在发作时把针刺入自己的面颊。在印度，生物可以改变形状是大家都接受的事，心的力量可以影响身体是大家认为理所当然的事，而错觉是女神玛雅（Maya）最基本的神力。他把印度街头的奇景带进了西方的神经学，他的研究启发了心灵与生理两者混合的问题。把体内疼痛的闸门关上是打坐中出神入化的境界吗？当打坐的人冥想到忘我时，他是不是就感觉不到痛了？这是因为疼痛闸门关上了吗？为什么我们认为幻痛比真正的疼痛还厉害？拉玛钱德朗提醒我们，不管科技怎么进步，还是可以用很简单的方法创造出很伟大的科学。

第8章　想象力　思想如何造就想象力

我现在在波士顿哈佛大学医学院的贝丝以色列女执事医学中心（Beth Israel Deaconess Medical Center）的电磁大脑刺激实验室，帕斯科-里昂（Alvaro Pascual-Leone）是这个中心的主任，他的实验显示我们可以用想象改变大脑的生理结构。他把一个像木桨形状的仪器放在我大脑的左边，这个仪器会放出电磁的刺激，叫作经颅磁刺激（transcranial magnetic stimulation，TMS），可以改变我们的行为。在这仪器中，有一组铜线圈，当电流通过时，会产生磁场的改变，进入脑壳下神经元的轴突，从那里进入手部的运动地图。磁场的改变会引发电流的产生，帕斯科-里昂是第一个让世人看到经颅磁刺激可以使神经元发射的研究者。每一次开启磁场，我右手的无名指就会动一下，因为他刺激了我大脑手指的地图区里大约0.5立方公分的区域，那里有百万以上的神经元，它们的活化使我的右手无名指动了一下。

经颅磁刺激是非常聪明的进入大脑的桥梁，它的电磁场可以无痛、无害地进入我们的身体，只在电磁场范围内激发神经元的活化，启动电流。潘菲尔必须打开脑壳，把电极插入神经元才能刺激运动皮质或感觉皮质。当帕斯科-里昂打开那个仪器的开关，使我的手指头动时，我所体验的正是当年潘菲尔对他的病人所做的事，但是我的脑壳不需经由外科手术打开，我的大脑皮质也不需插入电极，就得到潘菲尔当年的结果。

以他的成就来说，帕斯科-里昂实在太年轻了，他是1961年出生于西班牙的瓦伦西亚（Valencia），在西班牙和美国都有实验室。他的父母都是医生，把他送去西班牙的德国学校就读，在那里，像许多神经可塑性专家一样，他研读经典的希腊和德国哲学家的思想，然后才进入医学界。他在佛莱堡（Freiburg）取得医学博士和生理博士的双学位，然

后到美国接受博士后训练。

帕斯科-里昂有着橄榄色的皮肤、黑头发、富有感情的声音，他活力四射，但游戏认真。他的小小办公室挤满了苹果计算机的屏幕，用来呈现经颅磁刺激所看到的大脑情况。他的电子信箱塞满了来自全世界偏远角落他的合作者的信件。他背后的书架上塞满了书，论文散得到处都是。

他是第一个用经颅磁刺激去找出大脑地图的人，科学家可以用经颅磁刺激去启动一个大脑区域或阻止它发挥功能，完全看当时所用的强度和频率。要决定大脑某个部位的功能，他会用强磁去暂时阻挡那个区域的作用，然后观察什么样的功能丧失了。

他同时也是高频率重复使用经颅磁刺激（repetitive TMS，rTMS）的开创者之一，高频率重复使用经颅磁刺激可以强烈活化神经元，使它们可以让彼此兴奋，在原始的重复使用经颅磁刺激停止后还继续发射，这可以使大脑区域活化一阵子，因此可以用来治疗疾病。例如，一些抑郁症的病人前额叶活化不够，帕斯科-里昂的团队是最早使用重复使用经颅磁刺激的方式有效治疗严重抑郁症患者的，这种患者在传统的治疗法都试过但无效后，来试帕斯科-里昂的重复使用经颅磁刺激，结果有百分之七十的病人发现有效，而且这种方法的副作用比服药少了很多。

人如何学习新技能

20世纪90年代初期，帕斯科-里昂还是刚出道的医学院毕业生，在美国国家神经疾病及中风研究院（National Institute of Neurological Disorder and stroke）担任研究员时，他做了一个实验，完美地将大脑功能定位，实现了他想象中的实验，并且让我们看到我们是如何学习技能的。

他用经颅磁刺激来研究人们如何学习新的技能。他找出盲人学习点字时的大脑地图，这些受试者一周5天、一天两个小时在课堂中学习点字法，回家还有一小时的家庭作业，这样学了一年。点字法是盲人用他的食指扫过一堆隆起来的小点，这是运动的活动。他们手指感觉到隆起小点排列的方式，这是感觉的活动。他的实验是最早确定人在学习新的技能时，大脑地图会发生可塑性改变的实验之一。

当帕斯科-里昂用经颅磁刺激去找出运动皮质的地图时，他发现盲人读点字的大脑食指地图比另一只不读点字的食指地图来得大，也比一般不使用点字者的食指地图区域大。帕斯科-里昂还发现在受试者每分钟读字的速度加快后，运动地图的大小也相对增加了。但是最令人惊讶而且对学习新技能有重要意义的是：他发现这种可塑性的改变是以一星期为周期循环的。

这些受试者是在上完一周的课后，在星期五到他的实验室测量大脑地图，然后休息了一个周末之后，星期一再来实验室测一次大脑地图，帕斯科-里昂发现星期五跟星期一的地图竟然不同。从实验一开始，星期五的地图就是非常快速、戏剧化地扩张，但是星期一又回到原来基准的大小。星期五的地图持续发展了6个月，而每次在星期一又都固执地回

到基线，6个月之后，星期五的地图仍然在扩张，但是没有像前6个月那样快。

星期一的地图正好是相反的情况，它们在训练的前6个月一直没有改变，6个月之后才开始慢慢地变大，一直到10个月后进入高原期，即不再往上爬，但维持原有的高度。受试者读点字的速度跟星期一地图的相关比较高，虽然星期一地图的改变从来不像星期五那样具有戏剧性，但是它们很稳定。在学习了10个月之后，这些学生会休息两个月。当他们再回来上课时，帕斯科-里昂重新找出他们的大脑地图，结果发现这个地图跟两个月前的星期一地图一样，没什么改变。因此每天的练习会导致短期戏剧性的改变，但是永久性的改变是在星期一的地图上看到的。

帕斯科-里昂认为，星期一和星期五的地图的差别说明了二者有不同的可塑性机制。比较快速的星期五地图的改变强化了现存的神经回路联结，揭开了过去被埋葬的途径；比较慢、比较永久性的星期一地图的改变显示全新结构的形成，可能是新神经元联结的分叉和新突触的形成，它是长新芽而不是强化旧有的。

了解了这个龟兔赛跑的效应后，我们知道应该怎样做才能真正掌握一个新技术。就像考前“开夜车”，在短暂的练习后，我们可以进步，因为我们强化了现有的神经突触联结。但是我们很快会忘记“开夜车”所学的东西，因为来得快、去得快的神经联结很容易反转，又散掉去和别的神经联结。如果要一直保持进步，永久掌握这个新技术，必须慢慢持续地工作，形成新的联结。例如一个学生觉得他的进步无法累积，或觉得他的心智“像一个筛子”、什么都记不住的话，他要持续练习，直到产生“星期一效应”（练习读点字者花了6个月才达到这个效应）。星期五和星期一的差别可能是造成有些人像“乌龟”，很慢才学会一个新技术，但是最终学得比“兔子”好的原因，因为那些很快学会的人如果没有一直

练习、使学习固化的话，也会很快忘记的。

帕斯科-里昂扩大了他的研究范围，去看读点字者是如何从手指尖上得到这么多信息的。我们都知道盲人可以发展出非常好的非视觉感官感觉，而点字者的手指头非常敏感。帕斯科-里昂想知道这种手指的超级敏感度是不是因为他们触觉的感觉地图变大了，或是大脑其他部位有可塑性的改变，例如视觉皮质因为眼盲没有用到，有用进废退的情形，被其他功能取代了。

他想如果视觉皮质对受试者读点字有帮助，那么他用经颅磁刺激干扰视觉皮质的活化，就会阻碍点字的阅读。结果发现果然如此，当他们设定经颅磁刺激作用在视觉皮质上，阻止它的活化时，受试者就不能读点字或是感觉到读点字的那根手指头，视觉皮质已经被征召去帮忙处理触觉的信息了。对正常视力的人用经颅磁刺激去阻挠他的视觉皮质活化，对他们的感觉能力并没有任何影响，这表示某些特别的事情发生在读点字的盲人身上了：大脑用来处理某一个感官的部分已经用来处理另一个感官了，这正是巴赫-利塔所说的大脑可塑性的重组。帕斯科-里昂也让我们看到，一个人的点字读得越好，他所借用的视觉皮质区就越多。他下面的实验开启了一个新的领域，展现了我们的思想可以改变大脑的结构，心可以改变物。

心智练习造成大脑改变

帕斯科-里昂用经颅磁刺激去测量初学钢琴者大脑的手指地图，来研究思想如何改变大脑结构。帕斯科-里昂最崇拜的一个人，西班牙的神经解剖学家、诺贝尔生理学或医学奖的得主卡哈（Santiago Ramón y Cajal），曾经在他生命的暮年寻找大脑的可塑性，但是没有找到。他在1894年的论文中说："思考的器官，在某个程度之内，是可以塑造的，并且可以通过很有效的心智练习而趋近完美。"到1904年，他说在心智练习中一直重复的思考会加强现有的神经联结，而且创造新的联结出来。他的直觉认为这个历程在控制钢琴家手指的神经元上会特别明显，因为钢琴家必须时时在他脑海中练习曲子，他们做很多心智练习。

卡哈用他的想象力，画了一个有可塑性的大脑，但是缺乏工具去证明它。帕斯科-里昂现在认为他有经颅磁刺激这个工具，可以来检验心智练习和想象力是否能够引起生理上的改变。

这个实验的方法很简单，他继承卡哈的想法，用钢琴来研究。帕斯科-里昂教两组从来没有弹过钢琴的人弹一系列的音符，教他们如何移动手指，让他们听到自己弹出来的声音。其中有一组是"心智练习组"，坐在电子琴前面想象自己在弹琴，也想象自己听到自己弹的琴声，一天两个小时、一个星期5天到实验室来想象；第二组则是真正练习弹奏，他们也是一天两小时，一周5天来实验室弹琴。这两组人在实验开始前、每天练习时以及练完以后都接受大脑扫描。最后，两组人都要弹奏出这个序列的音符，由计算机来测量他们表现的准确度。

帕斯科-里昂发现两组都学会了，也都有大脑地图的改变，很令人惊讶的是心智练习组也在大脑的运动系统上造成了生理上的改变，跟实际

弹奏组一样。到第5天时，两组受试者送往肌肉的运动信息的改变是一样的，想象组在第三天时就跟实际动手的一样正确了。

心智练习组到第五天时的进步程度并不及实际弹奏组，但是当心智练习组完成他们的心智训练，并进行单次两个小时的实际练习后，他们整体表现进步到跟实际弹奏者第5天的表现一样，显然心智练习是用最少的实际练习来学习新肢体技术的有效方式。

心智下棋

当我们在准备考试、记住台词或彩排任何表演时，我们都用到了心智练习或心智复诵。有些运动员和音乐家用这种方式来准备演出，美国有名的钢琴演奏家格伦·古尔德（Glenn Gould）在他事业的后期，在准备录音灌唱片时，就是仰赖心智练习来使演出完美的。

最前卫的心智练习之一是“心智下棋”，两个人在没有棋盘或棋子的情况下，在脑海中下棋，棋手要想象大脑中有个棋盘，每下一步棋都得记住前面棋子的位置。俄国的人权斗士萨拉斯基（Anatoly Saransky）被关在地牢时，靠心智下棋活过刑期。萨拉斯基是犹太籍的计算机专家，在1977年被冤枉指控为美国间谍，在牢里关了9年，有400天的时间被单独监禁，独自一个人关在冰天雪地、5英尺乘6英尺宽的黑暗牢房里。有许多政治犯在隔离监禁后都精神失常，因为用进废退的大脑需要外界的刺激来维持它的地图。在这个极端的感觉剥夺期间，萨拉斯基跟自己下心智棋，一下就是几个月，这能帮助他维持大脑不退化。他同时下黑棋和白棋，在脑海中要记住这么多棋，尤其要同时思考对立的角度，对心智是很大的挑战。萨拉斯基有一次半开玩笑地告诉我，他继续在脑海中下棋，心想反正被关了，不如利用这个机会成为世界西洋棋冠军。在他被释放出来后，经由西方国家的施压，他得以进入以色列，最

后成为内阁阁员。当世界西洋棋冠军加里·卡斯帕罗夫（Garry Kasparov）跟以色列的总理及阁员比赛时，他赢了所有人，只输给了萨拉斯基。

专家的脑

我们现在从大脑扫描研究中知道萨拉斯基关在地牢中时，他的大脑发生了什么事。我们可以来看一下一位年轻的德国人鲁迪格·加姆（Rüdiger Gamm），他有着一般人的智商，但却使自己变成一个数学奇葩，他是一个计算器人。虽然他出生时并没有特别的数学能力，现在却可以心算一个数字的9次方或开5次方根，他可以马上回答68乘76是多少，用时不超过5秒钟。在20岁服务于银行时，他开始每天做4小时的计算练习，到他26岁时，他已经变成计算的天才，可以靠在电视上表演的收入维持生计。科学家用正电子断层扫描（PET）扫描他计算时的大脑，结果发现他能征召超过5处的大脑区域来帮助他计算。心理学家安德斯·艾瑞克森（Anders Ericsson）专门研究专家的发展及形成，他认为像加姆这种人仰赖长期记忆来帮助他解决数学问题，而别人用的是短期记忆。专家不储存答案，但是储存重要的事实及策略，使他们可以快速得出答案。他们可以立即提取这些事实和策略，好像它们就在短期记忆中一样。用长期记忆来解决问题是许多领域专家的共同点。艾瑞克森发现要变成某个领域的专家通常需要10年的专心练习。

靠想象增强肌肉

我们可以通过想象力来改变大脑的一个理由是：从神经科学观点来看，想象一个动作跟实际执行其实没有很大差别。当人们闭上眼睛，想象一个物体，比如说字母a，主要视觉皮质区（primary visual cortex）会亮起来，好像这个人真的在看字母a似的。大脑扫描显示，执行动作和想象这个动作所活化的大脑部位有许多重叠，这就是为什么可视化（visualizing）会增进表现。

在一个很难令人相信但又非常简单的实验中，于光（Guang Yue）博士及科尔（Kelly Cole）博士显示，一个人想象他在使用自己的肌肉可以增加肌肉的强度。这个实验比较两组人，一组实际做运动，另一组想象在做运动，两组人都练习手指头的肌肉，从周一到周五，总共4周。实际运动组每天做15次的强烈伸缩，每次中间休息20秒。想象组每天想象他们做15次的强烈伸缩，每次中间休息20秒，同时要想象一个声音对着他们吼："用力点，再用力！再用力！"

实验结束后，实际运动那组人的肌肉强度增加了30%，就如同每个人所期待的；想象做运动的那组人，肌肉强度增加了22%。这是因为大脑中负责计划动作的运动神经元，在想象做这些动作时，负责把伸缩动作串在一起的神经元既被激活了，也被强化了，所以当肌肉真的收缩时，它们的强度就增加了22%。

用思想控制机器

这个研究帮助发明了能够解读思想的第一部机器。思想转译机是当人或动物在想象一个动作时，将这个想法特殊的电流信号译码，把电流指令传到仪器上，使思想变成行动。这部机器能够起作用是因为大脑有可塑性，当我们在思考时，大脑的结构和状态在生理上改变了，所以就可以用测量电流的方式追踪到。这部仪器现在设计给全身瘫痪的人用他们的思想来移动物体。假如这部仪器再精密一点，它就可以读人的思想，因为它是设计来辨识和转译思想内容的，比测谎仪的能力高多了。测谎仪只能测出人在说谎时的紧张程度。

这些机器进步得很快，20世纪90年代中期，杜克大学（Duke University）的米古尔·尼可雷里斯（Miguel Nicolelis）和蔡平（John Chapin）做了一个学习阅读动物想法的行为实验。他们训练老鼠去按一支杆，这支杆以电线连到饮水机上，每一次老鼠单击杆，这部饮水机就会滴下一滴水给老鼠喝。老鼠的脑壳有一小块被切除，使实验者能够放一组微电极到老鼠的运动皮质上。这些微电极记录46个神经元，它们在运动皮质区专门负责计划动作和动作的程序。它们通常是从脊髓送指令到肌肉去的神经，因为这个实验的目的是记录老鼠的思想，而思想是很复杂的，所以这46个神经元必须同步被测量。每次老鼠单击杆，尼可雷里斯和蔡平就记录这46个神经元发射的情形，这些信息被送到一部计算机中，很快地，这计算机就能辨识按杆的神经发射形态。

在老鼠学会了按杆后，尼可雷里斯和蔡平切断杆和饮水机的联结。现在老鼠按杆时，没有水流出来了。老鼠很受挫，它会用力再按这支杆很多次，但是都没有用。现在实验者把饮水机连到计算机上，而这台计算机跟老鼠的神经元连在一起。从理论上来说，每一次老鼠想到“按

杆”，计算机就会辨识神经元发射的形态，就会送信号给饮水机，就会有一滴水滴下来了。

几个小时以后，老鼠学会了它不必按杆就会有水喝，它只要坐在那儿想象按杆就可以了，尼可雷里斯和蔡平训练了4只老鼠，它们可以坐在笼子里享受自来水。

然后他们开始教猴子去做比较复杂的思考转译。贝尔是一只猫头鹰猴（owl monkey），它会用游戏杆去追踪一个光点，当这个光点横穿过屏幕时，它去追踪它，如果做得好，会有一滴果汁滴下来奖励它。每一次它移动游戏杆，它的神经元就发射，一部计算机就用数学的方法分析神经发射的形态。这个神经活化的形态都是在贝尔实际操作游戏杆之前300毫秒出现，因为它的大脑需要300毫秒才能把指令送达手臂肌肉。当它把杆移到右边去时，一个“移动游戏杆到右边”的神经发射形态会出现在它的大脑中，计算机就知道了；当它移动它的手到左边时，计算机也会侦察到那个神经发射的形态。然后计算机把这些神经发射的形态转换成指令，去移动一只贝尔看不见的机器手臂。这个数学分析的神经发射形态也从杜克大学传送到麻省剑桥市的实验室中的第二只机器手臂上。就像上次老鼠的实验那样，游戏杆和机器手臂是没有联结的，机器手臂连到计算机上，计算机阅读贝尔神经元发射的形态，他们希望杜克的机器人手臂和剑桥机器人的手臂能够跟贝尔自己的手同步，在它的想法出现的300毫秒后移动。

当科学家随机改变计算机屏幕上光点的形态时，贝尔的手移动游戏杆，600英里外的机器手臂也在移动，完全由计算机转译贝尔的想法来驱动。

这个团队现在已经教会好几只猴子用它们的思想去移动一个机器手

臂，在三度空间中任意移动，作出复杂的动作，例如去拿一个东西。这些猴子也会玩电动游戏（而且好像很喜欢）。它们用思想去移动一个屏幕的光标，然后命中一个移动的目标。

尼克莱利斯和蔡平希望他们的研究可以帮助瘫痪或麻痹的病人，这个梦想在2006年7月实现了。布朗大学（Brown University）神经科学家约翰·唐纳休（John Donoghue）的团队在人身上做到了这个技术。耐格（Matthew Nagle）是一个25岁的年轻人，他的脖子被人砍了一刀，使他的四肢都麻痹不能动了，医生把一个很小、无痛的、上有100个微电极的硅芯片，植入他的大脑中，连到计算机上。经过4天的练习后，他可以用思想去移动计算机屏幕上的光标，开电子信箱、调整电视的音量、换台、玩电动游戏，控制一个机器手臂。肌肉萎缩症病人、中风的人和有运动神经元疾病的人都将被安排去尝试这个思想转译机，这些研究最终的目的是在病人的运动皮质中植入一个很小的微电极组，里面有电池和一个像婴儿指甲那么小的发报器，然后将一部很小的计算机连接到机器手臂或轮椅的控制开关上，或连到植入肌肉的电极上来引发动作。有些科学家希望能发展出比较没有侵入性的技术来侦察神经元的发射，可能是像经颅磁刺激或是陶伯发展出来侦察脑波改变的仪器。

想象与实操

这些“想象”实验展现的是想象与实际操作其实是结合在一起，分不开的，虽然我们总是把想象和实际操作认为是两种完全不同的东西，遵守两种不同的规范。但是你可以想一想，很多时候，如果你可以越快想象某件事，你就能越快把它做出来。法国里昂（Lyon）的狄西提[1]（Jean Decety）做了一个很简单的实验：你可以测量想象用自己的惯用手写下名字跟实际写下名字所花的时间，两者是相同的；而当你想象用

非惯用手写下名字所花的时间比较长，实际用非惯用手去写也比较长。很多惯用右手的人发现他们“心智的左手”写字比他们“心智的右手”来得慢。在一个帕金森症病人及中风病人的研究中，狄西提发现病人用想象去移动他们受损的手比他们想象移动正常的手来得慢。心智的想象跟实际执行一样慢，因为两者都是大脑中同一个运动程序的产品，我们想象的速度可能遵守运动程序中神经发射速度的规范。

[1] 狄西提已被延揽至芝加哥大学担任脑科学中心的主任。——译者注

铺设心智的路

帕斯科-里昂也知道神经可塑性会导致大脑的僵化不可改变，以及重复进行某个动作或念头。对这些现象的了解帮助解决了下面这个矛盾：假如我们的大脑这么有可塑性、可以改变，那为什么我们还这么经常被困在僵硬不能改变的重复动作或念头中？要得到这个答案，得先了解我们的大脑是多么有可塑性。

他告诉我plasticina是西班牙文的plasticity，它捕捉到了一些英文所没有的东西，plasticina在西班牙文中还有另外一个意思，就是黏土（plasticine），这是一种可以随意捏、随意成形的物质。对他来说，大脑如此具有可塑性，即使我们每天做同样的行为，负责这个行为的神经元联结还是有一点不同，因为在行为跟行为之间，我们还做了别的，这会影响到神经的联结，使它们不可能一模一样。

“我认为，”帕斯科-里昂说，“大脑的活动就像我们在玩黏土一样，我们所做的每一件事情都会影响黏土的形状。”但是他说：“假如你开始玩的黏土是正方形的，即使你把它搓成圆球，它还是有可能回归到正方形。但是它不会是一开始的那个正方形。”外表的相似性不代表它是一模一样的，新的正方形的分子排列得不一样了。换句话说，同样的行为，在不同的时间做，用的是不同的神经回路。对他来说，即使一个有神经或心理问题的病人被治愈了，也永远不可能使病人的大脑恢复到他未发病前的状态。

“这个系统是有可塑性，不是有弹性。”帕斯科-里昂以低沉的声音说。一条橡皮筋可以拉得很大，但是一松手，它会回到它原来的形状，它的分子在这个过程中没有重新排列过。但有可塑性的大脑是被每一次

的经验、每一次的交集，永远地改变了。

所以这个问题变成：如果大脑这么容易改变，我们该如何保护自己不会永无止境地变下去？的确，假如大脑像一块小孩子玩的黏土，我们怎么可能维持自己而不是一直改变使自己都认不出来？我们的基因给了我们帮助，虽然不完全是一致性，但它给了我们重复性。

帕斯科-里昂用一个隐喻来解释这个问题。有可塑性的大脑就像是一道冬天下雪的山坡，这座山的各个层面—山坡的斜度、石头、雪的一致性—就像我们的基因一样，是先天设定的，当我们坐雪橇滑下来时，我们可以操纵雪橇使它遵循一条道路一路平安地滑到山下，这条道路是取决于我们如何驾驶及山丘的特性。我们会停在哪里，实在很难预测，因为其中包含太多因素在内。

“但是，”帕斯科-里昂说，“第二次你坐雪橇下来会怎么样你就知道了，你会多多少少遵循上次那条路，不会完全相同，但是也不会离得太远。假如你整个下午都在玩雪橇，走上去，滑下来，走上去，滑下来，到最后，有一些路会用很多次，有些用得很少，你会创造出一条大路，现在你很难不经过这条大路，而这条大路不再是由基因决定的了。”

心智的大路会使我们养成习惯，不管是好的还是坏的。假如我们发展出不好的姿势，这会很难改变；假如我们发展出好习惯，它们也会跟着你很久。那么，在“大路”或神经回路铺好后，有可能跳脱这条路，去走另一条路吗？是的，有可能，根据帕斯科-里昂的说法是可以的，但是会很困难，因为一旦我们建立了这条大道，它们会变得非常快速、非常有效率地引导雪橇滑下山，要走另一条路就会变得很难，除非有路障或其他东西阻碍，我们才会去改变方向。

将正常人变成盲人的路障实验

在帕斯科-里昂下一个实验中，他使用路障来表示，改变一条既成的路径及大量的重新组合是可以发生的，而且出乎我们意料之外的迅速。

他的路障实验来自于他听说西班牙有个非常奇特的住宿学校，那里的老师要受训了解盲人在黑暗中读书的情形，所以他们先被绑住眼睛一周以亲身体验盲人的生活。绑住眼睛使他们看不见就是视觉的路障，在一周之内，他们的触觉及对空间的判断就变得非常敏感。他们可以从摩托车引擎的声音来区分摩托车的厂牌，也可以靠回音来判断路上有没有东西挡路。当这些老师刚取下眼罩时，他们有一阵子失去了方向感，无法判断空间或看东西。

当帕斯科-里昂听说这所黑暗学校时，他决定把正常人变成盲人。

他绑住受试者的眼睛5天，然后用经颅磁刺激找出他们的大脑地图。他发现当他去掉受试者所能感受的所有的光时，受试者的视觉皮质开始去处理手部送进来的触觉信息，就像盲人学点字一样。最令人惊奇的是，大脑在几天之内就重新组合它自己了。帕斯科-里昂用大脑扫描发现，只要两天，视觉皮质就开始处理触觉和听觉的信息了。要改变地图，绝对的黑暗是很重要的，因为视觉是一个强有力的感官，假如有任何光进来，视觉皮质就会偏向去处理光而不会去处理声音或触觉。帕斯科-里昂发现，就像陶伯发现的一样：要发展一个新的回路，就必须阻挡或管制它的竞争者，即那些通常最常使用这个回路的信息。在眼罩拿掉后12~24小时之内，受试者的视觉皮质就不再对触觉或听觉刺激有反应。

运算符理论

视觉皮质这么快就转去处理触觉和听觉的信息，对帕斯科-里昂来说，这是一个大问题。他认为两天这么短的时间应该没有办法让大脑去重组它自己，在实验时把神经放在生长液中时，它们一天顶多长一毫米，视觉皮质能够这么快地处理其他感官的信息唯一的可能性就是这些联结本来就存在了。帕斯科-里昂和汉弥尔敦（Roy Hamilton）利用这种回路原先就存在、只要揭开面纱往前延伸一点就可以使用的想法，提出了一个理论：在黑暗中大脑快速重组的现象不是例外而是常态，人类的大脑可以重组得这么快，是因为大脑的各个部位没有必要承诺只处理某一个特定的感官，我们可以用大脑的各个部位去做许多不同的作业，而且每天都如此在做。

在前面我们看到，几乎所有现行大脑理论都是功能区域特定论，假设感觉皮质就是处理每一种感觉，如视觉、听觉、触觉，在不同的区域上，单独处理这些信息。“视觉皮质”这个名词就已经假设大脑这个区域唯一的功能就是处理视觉信息，就好像听觉皮质就是处理听觉信息，身体感觉皮质就是处理触觉一样。

“但是，”帕斯科-里昂说，“我们的大脑并不是真的以这种处理特定感觉输入的方式组织的，我们的大脑是以一系列特定运算符（operator）的方式组织的。”

一个运算符是脑中的一个处理程序（processor），不是处理单一感官所送进来的信息，如视觉、听觉、触觉，而是处理比较抽象的信息，如空间关系、动作、形状等。空间关系、动作、形状所牵涉的信息是好几个感官已经处理完的信息，我们可以同时感到和看到空间上的差异

（一个人的手有多宽），就像我们可以同时感受到并看到动作和形状。有一些运算符可能只管一种感官（如颜色的运算符），但是空间、动作和形状的运算符处理一个以上的感官送上来的信息。

运算符是通过竞争脱颖而出的，运算符理论是根据1987年诺贝尔生理学或医学奖的得主杰拉尔德·埃德尔曼（Gerald Edelman）的神经元团体选择（neuronal group selection）理论发展而成的。埃德尔曼认为任何大脑活动都是神经元团体中最能干的被选去做这件事，也就是我们中国人说的能者多劳。这个方式很接近达尔文的生存竞争，也就是神经达尔文主义，根据埃德尔曼的说法，就是各个运算符之间不停地竞争，看哪个最能够有效处理在某个情境之下某个感官送来的信号。

这个理论提供了区域理论和神经可塑性理论两者中间的桥梁，前者强调事情都在某些特定的区域发生，后者则强调大脑重新建构自己的能力。

这表示人们在学一个新的技术时，可以征召原来负责其他活动的运算符来帮忙，这样很快地增加了处理能力，假如他们能在他们所需要的运算符和它本来的功能之间设定路障的话。

假如有人要背诵荷马（Homer）的《伊利亚特》（Iliad），这是一项负荷很重的听觉作业，他可能应该把眼睛蒙起来，把原来用来处理视觉的运算符征召过来使用，因为视觉皮质大部分的运算符也可以处理声音。在荷马时代，很长的史诗是以口述的方式代代相传的（据说荷马本人是位盲者），在没有文字的文化中，记忆是非常重要的。的确“不识字”可能迫使人们的大脑把更多的运算符派给听觉作业使用。然而在有文字的文化里，假如有足够动机的话，口语记忆仍然可以做得很好。几百年来，也门的犹太人教他们的孩子背诵全部的犹太律法，伊朗的孩子到

今天仍要背全部的《古兰经》。

笛卡儿的错误

我们已经看到想象一个动作会动用与做这个动作相同的运动和感觉程序。我们以前都把想象看成一种神圣、纯洁、不可侵犯的非物质性的东西，与我们物质的大脑没有相干，现在我们不太确定应该从哪里开始画这条切割线。

你的非物质心智每一次想象时都会留下物质的痕迹。你的每一个想法都会在微小层次上改变大脑突触的生理状态。你每一次想象移动你的手指在钢琴琴键上弹奏时，都改变了你大脑里的卷须。

这些实验不但做得精巧，引人入胜，还推翻了几百年来从法国哲学家笛卡儿学说引申而来的心物的混淆，笛卡儿认为心和脑由不同的物质组成，受不同的规则规范。他认为大脑是物质的，存在于空间中，遵循着物理的法则，心智（或是灵魂，笛卡儿把心智叫灵魂）则是非物质的，思想不会占据任何空间，也不服从物理法则。他认为思想是受到推理、判断和欲望的规范，而不是因果关系的物理法则。人类是二者兼具，结合了非物质的心智和物质的大脑。

但是笛卡儿（他的心物二元论主控了科学家400年）永远不能解释非物质心智如何可以影响物质的大脑。因此，人们开始怀疑非物质的思想（或单纯的想象），是否能改变物质大脑的结构。笛卡儿的理论似乎造就了心与脑之间无法跨越的鸿沟。

他想把脑变成机械化的东西来拯救当时一般人对脑的神秘论的看法，但是他的这个高贵企图失败了，大脑反而因此被看成一部没有生命的机器，只能被非物质的、鬼魂似的灵魂所操控，所以心智才会被叫作“住在机器中的鬼魂”（ghost in the machine）。

因为他把大脑比作机器，滤掉了大脑生命的本质，延误了一般人对大脑可塑性的接纳。任何的可塑性（任何我们所拥有的改变能力）都在心智中，思想可以改变，但是大脑不行。

但是现在我们看到，我们非物质的思想也可以有一个实质的印记，或许将来有一天，思想可以用物理的名词来解释。虽然我们现在还不了解思想究竟是怎么改变大脑结构的，但是我们已经确定它可以。过去笛卡儿所画的心物之间的界线，已经慢慢变成虚线了。

第9章　把纠缠我们的鬼魂变成祖先　心理分析是神经可塑性的疗法

L先生40年来饱受抑郁症之苦，而且很难跟女性维持亲密关系。他现在50多岁，退休了，来找我帮忙。

20世纪90年代初期，只有很少的精神科医生知道大脑是有可塑性的，而且他们都认为快要60岁的人大脑已经太僵化了，不可能从治疗中得到什么益处，因为治疗不但是想把症状去除，还想改变他们长久以来的个性。

L先生一直都很拘谨、很有礼貌，他聪明、敏锐，说话精简，常把最后的尾音省略，声音平淡不带感情，当他说到自己的感觉时，他给人的感觉是距离越发拉得远了。

抗抑郁症的药对他并没有太大效果，除了抑郁症之外，他还有第二种奇怪的情绪状态，他常会突如其来地有奇怪的麻痹感觉，感到麻木、没有目标，时间好像停顿了似的。他还说自己酒喝得太凶。

他特别为自己跟女性的交往感到烦恼。每一次他感到浪漫，他就要赶快退出，觉得别的地方还有更好的女人。他是个不忠诚的丈夫，背叛他太太很多次，所以后来离婚了，但是现在非常后悔。更糟的是，他不晓得为什么他会不忠诚，因为他其实很尊重他太太，他试了很多次要求破镜重圆，但是他太太都拒绝了。

他不确定什么是爱，他从来不曾感觉到嫉妒，也不会有占有欲，总是觉得女人想要占有他。他避免对女性作出承诺，也避免跟女性发生冲

突。他对孩子很好，但是出于抚养义务的成分多于喜欢他们。这种感觉使他痛苦，因为孩子们非常崇敬他、爱他。

L先生的失落梦

当L先生26个月大时，他的母亲因难产而死。他一直不认为母亲的死对他有什么显著的影响。他有7个兄弟姐妹，他的父亲是个农夫，他们的农场很偏远，附近没有邻居，家中没有自来水，也没有电，在美国经济大恐慌时，许多农家的确如此。他3岁多时，得了慢性肠胃炎，需要大人照顾，在他4岁时，他父亲无法照顾他还有其他的兄弟姐妹，所以就把他送到1000英里以外结了婚但没有小孩的姑姑家。短短的两年间，他生活里的所有一切都不一样了，他失去了母亲、父亲、兄弟姐妹，他的健康、他的家、他的村庄，及所有他熟悉、依恋和喜欢的一切。

因为他在惯于接受困境、逆来顺受、咬紧牙关靠自己的家庭和时代中成长，所以他的父亲、姑姑都不曾跟他谈论过他的失落感。

L先生对他4岁以前的生活没有任何记忆，即使对他的青少年时代也记忆不多，他对发生在他身上的事既不感到悲哀，也没有哭过，即使成年以后他也不曾为任何事流过眼泪。的确，从他的谈话中，你会觉得所有在他身上发生的事情都没有留下痕迹。为什么应该会留下？他问道。孩子的心智不是没有发展完成，不能记录早期的事件吗？

但是有一些线索让我们看到他的确记录了早期的失落感。在他说自己的故事时，即使过了这么多年，他看起来仍然处于惊吓状态。他一直被噩梦所困扰，在梦中，他在搜寻一个不知名的东西。弗洛伊德说，一直重复的梦，结构几乎没有改变，这是童年创伤的片段回忆。

L先生描述了下面这个典型的梦：

我在寻找某个东西，我不知道是什么，一个不知名的物体，可能是一个玩具，我想把它找回来，但是它在我所熟悉的环境之外……

他对这种梦唯一的说明是它代表一种很可怕的失落感，但是很奇怪的，他并没有把这个梦联系到他母亲的死亡或他失去家人的事。

通过了解他的梦，L先生学习去爱别人，改变了他性格中重要的层面，丢掉了40年的病征，但是这个治疗非常长久，从他58岁一直到62岁。他的情况可以改变，因为心理分析的治疗正是神经可塑性的疗法。

埃里克·坎德尔对心理分析的兴趣

多年来，在很多地方，你会听见人家说心理分析这种谈话疗法并不是有效治疗精神病的方法。真正的治疗需要用药物，并不是动动嘴皮、谈谈感觉就可以改变大脑或改变个性，因为大脑和个性越来越常被认为是基因的产物。

当我在哥伦比亚大学精神科做住院医生时，埃里克·坎德尔[1]（Eric Kandel）也在那里任教，他的研究使我对神经可塑性产生兴趣。他是精神科医生，也是研究者，他的课对所有在场的人产生了重大影响。他是第一个让我们看到，当我们学习时，我们个别的神经元会发生改变，强化神经之间突触的联结。他也是第一个让我们看到，当我们形成长期记忆时，神经元会改变它们原来的形状，增加它们跟别的突触的联结。

坎德尔既是医生也是精神科医生，希望能进行心理分析治疗（的研究）。但是他的心理分析师朋友劝他去研究大脑、学习和记忆，因为当时这些知识都还非常少。如果要了解为什么心理分析会有效，它怎么可以帮助病人，这些基本的知识是必要的。在一些初期的重要发现后，坎德尔决定要当一位全职的实验室科学家，但是他一直没有忘记他对心理分析法如何改变大脑和心智的兴趣。

[1] 2000年诺贝尔生理学或医学奖得主，他以研究海蜗牛40年找出记忆的本质而获奖，他一生的研究写成《透视记忆》（Memory: From Mind to Molecules）一书。——译者注

海蜗牛的记忆

他开始研究一种大型的叫海兔（aplysia）的海蜗牛，它有特别大的神经元，细胞有1毫米宽，肉眼看得见，所以可以提供一个窗口，让我们了解人类的神经细胞是怎么工作的。演化是很保守的，基本的学习功能在有简单神经系统的动物和人身上是相同的。

坎德尔的希望是在他能找到的最少的神经元组合上诱发出学习反应，然后进行研究。他发现海蜗牛身上有很简单的神经回路，他可以把这个神经回路从海蜗牛身上移出来一部分，使它泡在海水中继续活着。用这种方法，他可以在活的动物身上研究活的神经细胞怎么学习。

海蜗牛简单的神经系统上有感觉细胞，可以感觉到危险，把信号送到运动神经元去，它就会产生反射反应来保护它自己。海蜗牛用鳃呼吸，鳃外面盖了一片薄薄的组织，叫虹吸管。假如虹吸管中的感觉神经元侦察到不熟悉的刺激或危险，它们会送信息给6个运动神经元，使它们发射，使鳃旁的肌肉收缩，将鳃和虹吸管安全地撤回壳中。坎德尔把微电极插入这些神经元中来研究神经回路。

他发现海蜗牛学会逃避电击，把鳃缩回后，它的神经系统改变了，强化了感觉和运动神经元之间的突触联结，送出比较强的信号，这是第一次有研究证实学习会使神经元之间的联结产生神经可塑性的强化改变。

假如他在短期内重复刺激这只海蜗牛，它就变得很敏感，发展出“习得的恐惧”，对无害的刺激也会过度反应，就像人类的焦虑症一样。当海蜗牛发展出习得的恐惧后，突触前神经元会释放出更多的神经传导物质进入突触，产生更强烈的信号。然后，他发现海蜗牛也可以学会辨识一

个刺激是无害的。当海蜗牛的虹吸管被一而再、再而三地轻触，但是没有电击跟随着后，这个导致退缩反应的突触变弱，海蜗牛最终会忽略这个轻触。最后坎德尔发现海蜗牛可以学习将两种不同的事件联结在一起，它们的神经系统在这过程中就改变了。当他给海蜗牛一个好的刺激，紧接着电击它的尾巴时，海蜗牛的感觉神经元很快就把好的刺激也当作危险的刺激，释放出非常强的信号，即使后面没有跟随电击。

坎德尔跟生理心理学家汤姆·卡鲁（Tom Carew）一起共同展示了海蜗牛可以发展出长期和短期记忆。在实验中，他们训练海蜗牛在被轻触10次后缩回它的鳃，它的神经元改变可以保留好几分钟，相当于短期记忆。当他们在4个不同的训练尝试中轻触鳃10次，每个尝试间隔几个小时，甚至一天，这个神经元的改变可以维持到3个星期，海蜗牛发展了出原始的长期记忆。

学习塑造基因，基因塑造大脑

下一步，坎德尔跟分子生物学家詹姆斯·施瓦茨（James Schwartz）及遗传学家一起合作，想了解海蜗牛在形成长期记忆时产生的分子改变。他们发现当海蜗牛的短期记忆要变成长期记忆时，细胞内必须先制造一种新的蛋白质，这是一种神经元中叫蛋白激酶A（protein kinase A）的化学物质，要从细胞中移入储藏基因的细胞核。这种蛋白质会把基因打开去制造新的蛋白质，改变细胞尾端的结构，使它可以长出新的联结去连接别的细胞。坎德尔、卡鲁和同事陈玛丽（Mary Chen）及贝利（Craig Bailey）做新的实验，展示当一个神经元发展出对敏感度的长期记忆时，它从原有的1300个突触联结发展到2700个，这数字是很惊人的神经可塑性改变。

同样的历程也发生在人类身上。当我们学习时，我们使神经核中的基因"表现出来"（expressed）或是"打开"（turned-on）。

我们的基因有两个功能。第一个是复制的"模板功能"（template function），使我们的基因可以复制它自己，从一个世代传到另一个世代。这个复制功能是我们不能控制的。

第二个功能是"转录功能"（transcription function）。我们身体中的每一个细胞都有我们的基因，但不是所有的基因都是打开或是表现出来的。当一个基因被打开时，它会制造新的蛋白质来改变细胞的结构和功能，这叫作转录功能。因为当基因被打开时，关于怎么去制造这些蛋白质的信息就被转录或读出来。这个转录功能是受我们的思想和行为所影响的。

大多数的人假设基因塑造了我们，即我们的行为和我们大脑的结

构。坎德尔的研究让我们看到，当我们学习时，我们的心智同时也影响着神经元中哪一个基因要被转录，所以我们可以塑造我们的基因，它又塑造我们大脑的细微结构。

坎德尔认为：“当心理治疗改变人们时，是通过学习，给基因表现的层次造成改变，因为基因表现可以强化突触的联结形态。心理治疗会有效是因为它深入大脑和神经元，用启动基因的方式改变大脑的结构。”精神科医生苏珊·沃安（Susan Vaughan）认为谈话治疗有效是因为“对神经元说话”，一个有效的心理治疗师或心理分析师是心智的微层外科医生（microsurgeon of the mind），他帮助病人在神经网络的层次作出必要的改变。

坎德尔的童年创伤

这些对学习和记忆在分子细胞层次的发现其实源自坎德尔自己个人的历史。

坎德尔1929年生于奥地利的维也纳，一个有着伟大文化历史的城市，也是有着丰富的学术人文气息的城市。但是坎德尔是犹太人，而奥地利在当时是个反犹太的城市。1938年3月，希特勒的军队占据维也纳，把奥地利并入德国第三帝国，维也纳大主教还命令教堂要悬挂纳粹旗。第二天，坎德尔所有的同学都不再跟他说话，只除了一个女生以外，因为她也是犹太人，同学开始欺负她，到4月时，所有的犹太学生都不准再上学了。

1938年11月9日的“碎玻璃之夜”（night of broken glass），纳粹摧毁了德国第三帝国（包括奥地利）所有的犹太教堂，逮捕了坎德尔的父亲，奥地利的犹太人从他们自己的家中被驱赶出来，第二天，30000名犹太男子被送往集中营。

坎德尔写道：“我甚至到今天都还记得碎玻璃之夜，60多年之后的记忆犹如昨天发生的事，它发生在我9岁生日的后两天，我生日时，父亲买给我许多玩具，一周之后我们被允许回到自己的公寓时，所有值钱的东西都不见了，包括我的玩具……即使是跟我一样受过心理分析训练的人，要去追溯我后来生命中复杂的兴趣和行为是来自哪些童年经验都是无效的、徒劳无功的。然而我还是不由自主地想到，是我在维也纳最后一年的经验使我决定将来要走研究人类心智的路，研究人如何作出行为、动机的不可预测性，以及记忆的持久性……我跟别人一样，被困住了，童年的创伤事件深深地烙在我的记忆上。”后来他进入心理分析领

域，因为他认为那是当时最有条理、最有趣、最能区别细微差异的人类心智理论，在所有心理学中，最能完整合理解释人类的矛盾行为：一个文明的社会为什么有这么多的人会突然释放出这么多恶意？一个像奥地利这样文明的国家为什么就这么突然地瓦解掉了？

心理分析法是一种疗法，帮助受症状甚至是自己个性困扰的人寻求解脱。这些毛病会浮现出来是因为我们内在有很大的冲突，就像坎德尔说的，我们自己的一部分突然跟自己分离了。

弗洛伊德对神经可塑性的四个想法

坎德尔的事业将他从临床诊所带到神经科学的实验室，而弗洛伊德则正好相反，他是从实验室的神经科学家走向临床的医生。因为他太穷，无法继续做研究，只好去开业，做神经学家只能当成个人兴趣，这样他的妻小才得以生活。他的第一个贡献就是把他在实验室中学到的关于脑的知识，跟在开业时治疗病人所学到关于心智的知识融合起来。作为一个神经学家，他很快就对当时流行的大脑功能区域特定论失望，他发现布罗卡和威尔尼克等人的理论无法解释复杂的、有文化的心智活动，如阅读和写作。1891年，他写了一本书《失语症》（On Aphasia），说明现行的“一种功能，一个位置”理论的缺失，他指出复杂的心智现象（如阅读和写作）并没有被限制在皮质的某个区域，所以，功能区域特定论者所争论的大脑是否有个“文学中心”（center for literacy）是完全没有意义的，因为人的文学素养不是天生的。大脑在人的一生中一定是不停地重组它自己，因为要去做阅读和写作这么有文化性的工作，需要很多功能。

1895年，弗洛伊德完成了《科学的心理学》（Project for a Scientific Psychology），这是第一次把心和脑组合起来以完整的神经科学模式呈现出来的书之一，到现在，它仍以严谨精辟而为人所称道。弗洛伊德在谢灵顿爵士之前好几年便提出了“突触”的概念，但是大家都把功劳归到谢灵顿爵士身上。在这本书中，弗洛伊德甚至描述了突触，将它叫作“接触障碍”（contact barriers），可能会因我们的所学而改变，他预料到了坎德尔的研究，也提出了神经可塑性的想法。

弗洛伊德所发展的第一个可塑性概念是一起发射的神经元会联结在一起，这通常被称为“海伯定律”（Hebb’s law），虽然弗洛伊德在1888

年就提出了，比海伯整整早了60年。弗洛伊德认为两个神经元同步发射时，这样的发射会促进它们的联结，弗洛伊德强调联结神经元的是它们在时间上的一起发射，他称之为“同步联结律”（law of association by simultaneity）。联结律则解释了弗洛伊德的自由联想（free association）概念的重要性，这是让接受心理分析的病人躺在沙发上自由联想，说出任何进入他们心中的东西，不管说出的内容有多让人不舒服，也不管这件事有多微小。分析师坐在病人的后面，使病人看不见他，通常不说什么话。弗洛伊德发现，如果他不插嘴中断病人的思维，许多被病人小心谨慎戒备的感觉和有趣的联结会自己跑出来，这些都是病人平日推开、隐藏起来不要去想的。自由联想的原理是我们所有的心智联结，不管表面看起来是多么随机、没有意义，都是形成我们记忆网络的各种联结的外显表现。他的同步联结律则就是说神经网络的改变以内隐的方式联结了记忆网络的改变。所以许多年前一起发射的神经元连在一起了，这些原始的联结通常还留着，会出现在病人的自由联想中。

弗洛伊德的第二个关于可塑性的想法是心理学上的关键期及其相关的性可塑性。前面第4章曾提到，弗洛伊德是提出人对于性的兴趣及爱别人的能力有关键期的第一人，关键期是在童年期早期而且发生得很早，他把这个时期叫作组织期（phase of organization）。在这段关键期所发生的事情与我们爱别人的能力以及后来的生活都有关系。假如有些事情不对劲的话，在以后的生活中是可能改变的，但是在关键期结束之后再来改变是很困难的。

弗洛伊德对可塑性的第三个看法是记忆。弗洛伊德从他的老师那儿得来的想法是我们所经历的事件可以在心智上留下永久的记忆痕迹，但是当他开始治疗病人时，他观察到记忆并非一次就写下或是像刻在石头上永不改变，而是一直被后来发生的事情重写。弗洛伊德观察到事情发

生很多年后，会以不同的意义或姿态出现在病人的心智中，接着病人会改变他对于这件事的记忆。小孩子在很小的时候被性侵，而因为年纪太小，还不知道别人对他做了什么，所以当时并没有很难过，他们对于这件事的原始记忆也不一定是负面的。但是一旦他们性成熟之后再来看这件事，赋予它新的意义时，对于性侵害的记忆就改变了。1896年，弗洛伊德写道，通常我们会重组我们的记忆以符合新的情境，即重新转录，重写一遍。所以弗洛伊德说："我的理论中最主要的一个新观念就是记忆不是一次记录，而是分好几次。"记忆是在不停改变的，它就跟国家在改写早期历史一样。弗洛伊德说，要改写一个记忆必须是有意识的，而且要集中我们的注意力才会有效。这一点，神经科学家用实验证明给我们看了。很不幸的是，就如L先生的病例，早年发生的创伤事件不容易再找回意识中，所以它们就不能改变了。

弗洛伊德对神经可塑性的第四个看法，解释了为什么把一个潜意识中的创伤记忆带回意识中重写出来是可能的。他观察到在轻微的感觉剥夺情况下（指坐在病人后方，使病人看不到医生），医生只有在对问题有心得、有新的看法时才出声，于是病人开始把医生看成他们过去生命中重要的人，通常是他们心理关键期时的父母。病人就好像是不自觉地重新经历一次过去的记忆。弗洛伊德把这个潜意识现象叫作"移情"，因为病人在转移场景及看法，他们是重新活一次而不是回忆过去的经验。一个病人看不见、话又说得很少的治疗师变成一个空白的屏幕，病人开始投射出他们的移情。弗洛伊德发现病人的"移情"不仅投射到他身上，而且还投射到他们生活中的其他人身上但不自觉。扭曲别人通常是造成病人困扰的原因之一。帮助病人了解他们的移情，使他们能够改进与他人的关系。最重要的是，弗洛伊德发现，早期创伤情境的移情常常可以被改变，但前提条件是医生要对病人指出在移情被激活以后真正发生了什么，而且病人也很注意在听。所以，内在的神经网络以及联结记忆是

可以被重写和改变的。

情绪发展的关键期

在L先生失去母亲的年龄（26个月大），正是孩子可塑性的高峰：新的大脑系统在形成，并且神经联结在强化，地图在分化，并且正在通过外界的刺激和互动完成它们基本的结构，右脑刚刚完成它生长的高峰，左脑正开始它的生长冲刺。

右脑一般来说负责处理非语言的沟通，如面孔的辨认、脸部表情的解读，使我们跟别人联结，所以它负责处理母亲和婴儿之间非语言的视觉信息交换，同时也处理语言的声调，我们通过声调表达自己的感情。在右脑成长冲刺时，从出生到两岁左右，是这些功能的关键期。

左脑一般来说负责处理语言，并用意识的方式分析问题。婴儿的右脑比较大，这个优势一直保持到两岁生日过完，而因为这时左脑才开始它生长的冲刺期，所以在生命的头三年是右脑主控着大脑。L先生丧母的年龄（26个月）是右脑主导的情绪动物的年龄，他还不能说出他的经验，因为那是左脑的功能。

有一个重要的关键期是从10或12个月一直到16或18个月，这段时期右前额叶的一个重要区域正在发展并塑造大脑的回路，使婴儿可以维持跟人的依恋及调节他们的情绪。这个地方在眼睛的后面，叫作右眼眶皮质系统（right orbitofrontal system）。这个系统的核心在眼眶皮质，我们在第6章谈过。但是这个系统还包括跟边缘系统的联结（边缘系统是处理情绪的），使我们可以阅读别人脸上的表情、了解他们的情绪，同时也能了解并控制我们自己的情绪。26个月大的小L先生已经完成眼眶皮质的发展，但是还没有机会去强化它。

当一个孩子处于情绪发展和依恋的关键时期时，母亲不停地用富有

声调的语言和非语言的手势来教孩子情绪是什么。当她看到孩子喝牛奶太急，吸了空气进去，她会轻拍孩子的背，抚慰他说：“乖，乖，宝贝，你看起来不舒服，不要害怕，你肚子痛是因为喝得太快了。让妈妈给你拍拍，妈妈抱抱，一下就不难过了。”她告诉孩子这个情绪的名字（害怕），这是有原因的（喝得太快），这个情绪是用脸上的表情沟通的（看起来不舒服），它跟身体的感觉有关系（肚子痛），向别人求援通常会有效（让妈妈替你拍拍、抱抱）。这个母亲教了孩子情绪的许多层面，她不但用文字，还用了她的声音、姿势和触摸。

如果要孩子了解情绪、调节情绪，而产生社会化联结，他们必须在关键期经历几百次这种互动，然后在生活中强化它才有效。

L先生在眼眶皮质系统发展完毕几个月后就失去了他的母亲，其他的人也在哀悼，而且没办法像他母亲那样照顾他，帮助他训练他的眼眶皮质系统。在这个年龄失去母亲的孩子通常都有两个打击：他因为母亲的死亡及父亲的忧郁而失去他们的照顾。假如其他人不能帮助他、安抚他，像母亲一样调节他的情绪，他就学会以关掉感情的方式来“自动调节”。当L先生寻求治疗时，他仍然有要把感情关掉的倾向，很难维持依恋。

心理分析将内隐记忆变为外显记忆

在还没有眼眶皮质的扫描技术之前，心理分析师就观察到在童年关键期失去母亲的孩子有许多特性。在第二次世界大战时，何内·史匹兹（RenéSpitz）对比了在监狱里跟着母亲长大的婴儿与育幼院的孩子，在育幼院是一位护士同时照顾7个婴儿。育幼院的婴儿智商比较低，不能控制自己的情绪，他们会一直不停地摇晃身体，或做很奇怪的手势。他们也是把情绪关掉，对外面世界漠不关心，对抱他、安慰他的人不起反应。在照片中，那些婴儿的眼睛是恐惧不安或空洞的。这种“关掉”感情的情况多半是在孩子放弃等待他们的父母来找自己后出现的。但是有类似情况的L先生是怎么在记忆中记录这种早期经验的呢？

神经科学家知道人有两种记忆系统，两者都可以通过心理治疗而改变。

在26个月就发展得很好的记忆叫程序性记忆（procedural memory）或内隐记忆（implicit memory）。这两个名词对坎德尔来说是一样的，他常交互使用，程序／内隐记忆在我们学习一个程序或一些不太需要语言的自动化动作时发挥作用，我们跟人互动的非语言方式或许多情绪记忆就属于程序记忆。坎德尔说：“在生命的头两三年，婴儿跟母亲的互动特别重要。婴儿主要依赖程序记忆在过日子。”程序性记忆一般来说是下意识的，骑脚踏车是程序记忆，会骑车的人其实很难告诉你他是怎么骑的。程序记忆让我们看到我们可以有潜意识记忆，如弗洛伊德所主张的。

另外一种记忆叫作外显记忆（explicit memory）或陈述性记忆（declarative memory），在26个月大的孩子身上，才刚刚开始发展。

外显记忆是有意识地收集各种事实、事件，这是我们在解释上个周末做了什么事时所用的记忆。它帮助我们以时间和地点来组织我们的记忆。外显记忆需要语言的支持，在孩子会说话后，变得更重要。

在出生后头3年受到创伤的人对创伤只有非常少的记忆，这是我们所预期的（L先生说他对4岁前的生活没有任何记忆），但是程序性记忆把这些创伤都记录下来了，当人们进入跟创伤情境很相似的情况时，这些记忆会被引发出来。这些记忆对我们来说好像是突然跑出来的，而且不像外显记忆一样可以用时间、地点归类。情绪的内隐记忆常在后来的生活中重复出现。

外显记忆的发现来自神经科学上最著名的一个记忆病例。一个年轻人，名叫H.M.，他有严重的癫痫，为了治疗癫痫，医生把他大脑中一块像大拇指那么大的海马回切除了。我们在左右脑各有一个海马回，不幸地，他两边都被切除了。手术之后，一开始H.M.看起来很正常，他认得他的家人，可以跟人聊天、说话。但是很快地，医生就发现手术后的他不能学任何新的东西。医生来巡房，跟他说话，离开，再回来时，他已经完全不记得他们曾经见过面。我们从他身上知道海马回跟记忆很有关系，它把短期的外显记忆转变成长期的外显记忆，使我们记得发生过的人、事、地等，有意识地接收事件。

病人可以通过分析把他下意识的程序性记忆变成文字，放入情境中，使他可以更了解这些记忆。在这个过程中，他们转述了程序性记忆（有时是第一次），使它变成有意识的外显记忆，不必再重新活出创伤记忆就可以知道曾经发生了什么事。

L先生的三种内隐记忆

L先生像别的病人一样，接受了心理分析和自由联想的治疗后，很快发现前一天晚上的梦常常出现在他心中，自由联想时就立刻出现，他开始报告那个搜寻不知名物体的梦，但是增加了新的细节，那个物体可能是个人：

那个失去的物体可能是我的一部分，也可能不是，可能是一个玩具，我所拥有的某个东西，也可能是一个人。我一定要找到它。只要我找到它，我就会知道。但是有的时候，我不确定它真的存在，所以我不确定我真的失去过任何东西。

我向他指出，他的梦以一种固定的形式出现。他说不只是梦，还有在中断我们治疗的假期过后感受到的那些沮丧和麻痹感觉。一开始他不相信我，但是他的沮丧和关于失落的梦境开始在不来治疗时出现，然后，他记起中断治疗也带来了神秘的沮丧感觉。

他在梦中拼命寻找一个东西的想法跟照顾的中断有关，记录这些记忆的神经元在他童年早期就联结在一起了，但是他不再有意识地知道过去的这些联结。他失去玩具的梦是一个线索，他现在受的苦跟他童年的失落有关。但是他的梦暗示这种失落是发生在现在，过去和现在混在一起了，移情现象已经被启动了，所以身为分析师，我做了母亲在孩子发展眼眶皮质系统时所做的事：我指出情绪的根本，帮助他找出情绪的名称，触发这个情绪的原因，以及情绪如何影响他的心智和身体状态。很快他就能了解触发情绪的是什么，并学会调节自己的情绪。

这种中断的情况引起三种不同种类的内隐记忆：焦虑的状态，他在寻找失去的母亲和家庭；沮丧的状态，他绝望地想知道他要找的是什么；麻痹的状态，当他把情绪关掉，时间静止不动了，这可能是他已经完全被淹没了。

从叙述这些经验的过程中，他第一次在成年后能够把他拼命寻找的梦境跟失去一个人这个真正的触发原因联结在一起，而且了解到他的大脑和心智仍然将分离的念头跟他母亲死亡的念头连在一起。找到这个联结后，他就了解他不再是一个无助的孩子，也比较没有那种被大浪淹没、透不过气来的感觉了。

用神经可塑性的术语来说，激活并专心注意日常的分离和他大难临头的反应之间的联结，使他把这个联结解开，从而改变了神经回路激活的形态。

母亲死亡的重担

当L先生了解到他的反应是把我们的短暂分离当成巨大的失落时，他做了下面这个梦：

我跟一个人在搬一个很重的木箱子。

当他对这个梦做自由联想时，好几个念头浮上他的心头。这个木箱子使他想起他的玩具箱，但它同时是一具棺材，这个梦好像在说他担负着他母亲死亡的重担，然后梦里的人说：

“看看你为这个箱子付出了多大的代价。”我开始脱去衣服，我的腿伤痕累累，都是疤痕和痂。这些痂是我身体死去的一部分。我不知道代价是这么高。

“我不知道代价是这么高”这句话让他了解，他仍然受到母亲死亡的影响，他受伤了，疤痕仍然存在。在他说出这些想法后，他变得沉默，一道光射入他的生命，他终于开窍了。

避免对母亲的不忠

“当我跟女人在一起时，”他说，“我很快就觉得她不适合我，我开始想象在某处有一个更好的女人在等着我。”然后，听起来极度令人震惊，他说：“我刚刚发现那个更好的女人好像是我妈妈，我必须对她忠诚，但是我一直找不到她，现在跟我在一起的女人变成我的养母，爱她就是背叛我真正的母亲。”

他突然了解，他那种必须欺骗他太太的冲动都发生在他要亲近他太太时，这种亲近等于威胁要把他和他母亲的关系埋葬。他的不忠都是为了避免“更高阶”的、潜意识的不忠。这个发现也是第一次让他看到他跟他母亲之间有某种依恋关系。

当我说他是否把我当成他梦里的那个男人，那个对他指出他受到多大伤害的人，L先生突然痛哭起来，这是他成人以后第一次哭泣。

“去学习”与移情

L先生并没有马上就康复，他必须先体验分离、做梦、沮丧和顿悟的循环，这个重复的过程是长期改变神经联结必要的步骤。他必须学会跟别人产生关系的新方式，必须把新的神经元连在一起，旧的反应必须“去学习”，把它变弱。因为L先生把分离跟死亡连在一起，它们在他的神经网络上是互相联结的，现在他意识到这个联结了，他可以将它“去学习”。

我们每个人都有防御机制，这是一种把不能忍受的痛苦感觉和记忆隐藏起来、使我们意识不到的反应形态。有一种防御机制就叫分离（dissociation），把受威胁的念头或感觉隔离开来，好像与自己无关。在分析时，L先生开始有机会去重新体验寻找母亲的痛苦记忆，那个记忆被冻结在时间中，从他有意识的记忆中被分离出来了。

弗洛伊德以后的心理分析师注意到有些病人在做心理分析时，会发展出对心理分析师强烈的感情。L先生也是一样，我们之间发展出某种温馨、正向的密切关系。弗洛伊德认为这种正向、有力的感情移情是促进痊愈的引擎。用神经科学的说法，这种关系有帮助的原因可能在于亲密关系中所表现出来的情绪和形态其实是内隐记忆的一部分。当这种形态在治疗中被启动时，给病人一个机会去检视并改变它，就像我们在第4章中看到的，正向的关系可以促进神经可塑性的改变，因为它可以启动“去学习”，把现有的神经网络融解，使病人可以改变现有的意图与心态。

心理分析可以导致大脑的改变

“无疑的，”坎德尔写道，“心理分析可以导致大脑的改变。”最近的大脑扫描发现在心理分析之前和之后，大脑有重组的现象，治疗的效果越好，大脑的改变越大。当病人重新体验他以前的创伤，重现不可控制的情绪时，额叶的血流量降低了，这个区域原是帮助病人调节他的行为的，这表示额叶比较不活化了。根据心理分析学家马克·索姆斯（Mark Solms）和神经科学家奥利弗·特恩布尔（Oliver Turnbull）的说法，“自由联想等心理治疗的目的……从神经生物学的观点来看，就是要把前额叶的功能延展出去”。

有一个关于用人际关系疗法（interpersonal psychotherapy）（一种根据心理分析学家约翰·鲍尔比（John Bowlby）和哈里·斯塔克·沙利文（Harry Stack Sullivan）的理论发展出来的短期治疗法）治疗抑郁症病人的研究显示，前额叶系统经过治疗后活动正常化了（右眼眶皮质系统是前额叶的一部分，在辨识、调节情绪和亲密关系方面非常重要，这也是L先生功能受损的部分）。最近功能性核磁共振大脑扫描的研究发现，焦虑的恐慌症病人在经过心理分析治疗后，他们的边缘系统不再像以前一样，一看到可能会威胁到他们的刺激时就不正常地活化，现在活化程度降低了。

当L先生了解他的创伤后应激障碍后，他也开始调节他的情绪，他报告说现在他的自我控制好多了。他过去神秘的麻痹状态减少了。当他有痛苦感觉时，他不再靠酒精逃避，至少不像过去那么频繁。现在L先生开始放下他的防御机制，比较不像以前时时都在警戒状态。他对表达愤怒比较自在了，跟孩子也比较亲近，他用理智去面对痛苦，而不像过去一样把痛苦完全关掉。

重新揭露旧的神经回路

因为他失去母亲的哀痛在成长时无人可以跟他谈论，他的家庭用正常过日子的方式来处理哀痛（农场的动物总是要喂，衣服总是要洗，饭总是要吃），而他已经沉默了这么久，我冒险让他把他的非语言感受转变成语言。我说：“你要跟我说的似乎是你过去想对你家里的人说的：‘你们难道看不出来吗？在这巨大的死亡失落之后，我现在一定要沮丧忧郁才行呀！’”

他大哭起来，这是他来做心理分析后第二次流眼泪。在哭泣间，他的舌头有规律地、不由自主地伸出来，好像婴儿在寻找奶头，然后他盖住脸把手放进嘴里，像一个两岁的孩子，大声地哭起来：“我需要人家安慰，你都没有来安慰我，我要一个人沉浸在我的不幸中，你不了解我的不幸，因为我自己也不了解，这个哀伤实在太大了。”

听到这句话，我们两个都了解到他常常拒绝别人的安慰，他的个性使人觉得不容易亲近。他现在正努力穿过他自童年起便建立的防御机制，这个防御机制帮助他隔离巨大的失落。这个机制经过千百次的重复，已经被强化了，变成他人格最显著的特征：冷漠、遥远、不与人亲近。这个人格特质并非天生的，而是后天习得的，现在他在去学习，把它去除掉。

L先生像婴儿一样把舌头伸出来，大哭，好像很奇怪，但其实这是他在治疗过程中好几个婴儿期经验中的一个。弗洛伊德观察到早年有创伤的病人常在关键时刻“退行”（regress）到婴儿时期，不但记起了早年的记忆，同时也再经历了一次这个经验，使他们作出孩子般的行为。从神经可塑性来看，这是很有道理的。L先生刚放弃他自童年起使用的防

御机制，即否认他母亲过世带给他的情绪伤害，现在他暴露在被防御机制隐藏着的记忆和痛苦中。记得前面巴赫-利塔曾经描述过一个大脑重组的病人吗？这个情况与它非常相似。假如一个既存的大脑网络被堵住不通了，那么以前旧的网络会被拿出来用，就像高速公路堵车了，路人会用旧的省道，他把这个叫作“重新揭露”旧的神经回路，认为这是大脑重新组织它自己的一个主要方式。我认为在分析中发生的退行在神经层次就是一个重新揭露的例子，它通常跑在心理重组之前。这就是L先生接下来发生的事。

梦的改变与心理重组

在他下一次治疗时，他报告过去一直出现的梦改变了。这次，他是回到他的老家，寻找大人的东西，这个梦表示已经死去的部分又开始复活了：

我到一栋房子去，我不知道它是谁的，然而我知道它属于我，我在寻找某一个东西而不再是找玩具，我在找一个大人的东西。外面的雪在融化，冬天已过去。我以为这栋房子没人住，是空房，但是我的前妻（她对我像个好妈妈似的，我却离开了她）突然从后面的房间出现了，后面的房间在淹水，她看到我很高兴，很欢迎我，我感到非常高兴。

他正慢慢从孤立中脱身出来，这个梦表示他的感情正在像雪一样慢慢融化，一个像妈妈一样的人在屋子中陪着他，这栋屋子正是他童年最早的家。这个家不是空的，里面有人住。他继续同样的梦，在梦中他找回了他的过去、他自己的感受，以及他曾经有过妈妈的感觉。

有一天，他提到一首诗，是有关一个饥饿的印第安母亲，在给了她孩子最后一口食物后自己饿死的故事。他不能了解为什么这首诗让他这

么感动，然后停顿了一下，号啕大哭起来说："我妈妈为了我牺牲了她的生命。"他大哭到身体都震动，安静下来，然后大喊："我要我的妈妈！"

L先生并没有歇斯底里，他是在重新经历他的防御墙倒下后的情绪痛苦，重新经历他当孩子时的思想和感觉，他在回溯，重新打开旧的记忆系统，甚至回到他小时候的说话方式，但这还是在较高层次心理重组后才会出现的现象。

在承认他很想念母亲后，他第一次到母亲的墓地去。过去他心里始终坚持着他母亲还活着，现在，他终于接受了这个事实，她已经死了。

治疗改变了L先生的生命

第二年，L先生在他成年后，第一次谈恋爱，他也第一次感到嫉妒。他现在了解为什么女人会为他的保持距离和不肯做承诺而感到愤怒，他觉得悲伤、有罪恶感。他也发现了他有一部分和他母亲连在一起，当母亲过世时，这一部分也丢掉了。他还发现了过去曾爱过一个女人的这部分自己允许他现在可以去爱别人。

然后他做了在分析治疗中的最后一个梦：

我看到我母亲在弹钢琴，我出去接一个人，当我回来时，她已躺在棺材里了。

当他在谈这个梦时，他很惊奇地发现他脑海里有一个影像：他曾经被人高举起来去看躺在棺材中的母亲，伸手去摸他母亲，被她完全没有反应的巨大恐惧所淹没。他发出巨大的哭嚎声，被他原始的悲伤所击倒，他的整个身体剧烈震动了10分钟，等他安静下来时，他说："我想这就是我对母亲守灵夜的记忆，那是在打开的棺材旁进行的仪式。"

L先生感觉好多了，而且变得不一样了。他现在与一位女士有着稳定、亲密的爱情，他跟他孩子的关系也变深了许多，不再遥不可及。在他最后一次来治疗时，他说他跟哥哥联络上了，哥哥告诉他在母亲的葬礼上的确有打开棺木，他也的确在场。当他离开我的诊所时，他表现出明显的悲哀，但不再沮丧或因永久分离的想法而感到麻痹。从他完成分析治疗到现在已经10年了，他的抑郁症没有复发，他说治疗改变了他的生命，给了他自我控制权。

婴儿并非没有记忆

很多人因为童年失忆症（infantile amnesia）会怀疑L先生怎么可能回忆到这么早期的事，因为大家都这么认为，所以没有人做实验去检验一下这个说法究竟正不正确。不过最近有研究显示一岁和两岁大的婴儿的确可以储存这种创伤事件，虽然外显记忆在生命的头几年并没有发展完成。卡罗琳·罗夫-科利尔（Carolyn Rovee-Collier）的实验显示，这种记忆即使在会说话前或刚会说话的婴儿身上也存在。经由提醒，婴儿是可以记得生命最初期那几年的事情的，大一点的孩子可以记住他们会说话前所发生的事情，在他们会说话以后，可以把这些记忆用语言说出来。L先生就是把他所经历的事情第一次用语言说出来，有的时候他是把外显记忆中的密码解开，让那些记忆显现出来，例如“妈妈为我牺牲了她的生命”，或是他在替母亲守灵的记忆，这个记忆后来也被他哥哥证实了。他还把程序性记忆转换成外显记忆。很有趣的是，他核心的梦似乎是知道他的记忆有问题，即他在寻找一个东西，但是不记得是什么，但是他自己知道，假如他找得到他就认得。

梦是大脑在进行可塑性的改变

为什么梦对心理分析这么重要，它跟大脑可塑性的改变有什么关系？病人常被他们重复出现的创伤经验梦境所迫害、萦绕、纠缠，惊恐地从噩梦中醒来。只要这个病人还在生病，他的梦基本结构就不会改变。代表这些创伤经验的神经通路（像L先生在梦中总是在找某一样东西）会持续地活化，没有经过转录。假如这些病人的情况改善，这些噩梦慢慢就不再这么吓人，直到最后病人的梦变成“一开始时，我以为噩梦又回来了，但不是，它已经过去了，我活过来了”。像这样慢慢改变的梦让我们知道心智和脑也慢慢在改变。病人知道他现在是安全的。这个情况要发生，神经回路必须“去学习”，解开某些记忆联结，就像L先生“去学习”，解开分离和死亡之间的联结，改变了既有的突触联结，使新的学习可以产生。

有什么样的生理证据可以说明梦是大脑在进行可塑性的改变，像L先生一样，改变了深埋在心中的情绪记忆？

最新的脑造影扫描显示，当我们做梦时，大脑中处理情绪、性、生存和攻击本能的部位是活化的。与此同时，前额叶皮质这个抑制我们情绪和本能的地方是比较不活化的。当本能被激发而抑制的力量下降时，做梦的大脑便显现出平常被知觉所阻挡的冲动了。

有几十个研究显示睡眠帮助我们巩固学习和记忆，而这影响大脑的可塑性改变。当我们在白天学会一个新的技能时，假如我们晚上好好睡一觉，第二天这个技能的表现会更好。梦可以解决很多白天解不开的问题看起来是有道理的。

马科斯·富兰克（Marcos Frank）所带领的团队也证实了关键期的睡

眠可以强化神经的可塑性，因为那是可塑性改变最多的时候。还记得前面提过休伯和威塞尔在关键期把小猫的一只眼睛缝住使它看不见东西吗？他们发现这只眼睛的大脑地图被好的那只眼睛拿过去用了，这是典型用进废退的例子。富兰克的团队对两组小猫做了同样的实验，一组不让它们睡觉，一组爱睡多少睡多少。他们发现小猫睡得越多，大脑地图的改变越大。

做梦阶段也强化了可塑性的改变。睡眠分成两个阶段，大部分的梦发生在快速眼动期（Rapid-Eye-Movement，REM）。婴儿花在快速眼动睡眠上的时间比成年人多很多，而且在婴儿期神经可塑性的改变最快，事实上，婴儿期的快速眼动睡眠是大脑可塑性发展的必要条件。杰拉尔德·马克斯（Gerald Marks）所领导的团队做了一个跟富兰克相似的实验，探讨快速眼动睡眠对小猫大脑结构的影响。马克斯发现被剥夺快速眼动睡眠的小猫，视觉皮质的神经元比较小，所以快速眼动睡眠似乎对神经元的正常发展是必要的。研究也发现快速眼动睡眠对情绪记忆非常重要，它使海马回把白天发生的短期记忆转换成长期记忆（也就是使记忆变得比较永久，导致大脑结构性的改变）。

在进行心理分析的每一天，L先生致力于他冲突的核心，也就是他的记忆和创伤，到了晚上时，他就做梦。他的梦让我们看到的不但是他埋藏已久的情绪，连大脑强化他所做的学习和去学习都显现出来了。

创伤与海马回的改变

我们现在了解L先生在开始心理分析时为什么没有生命头4年的意识记忆：他这个时期的记忆大部分是潜意识的程序性记忆（一些情绪互动经验的自动化序列）及一些外显痛苦的记忆，因为太痛苦，这些记忆被他压抑到潜意识中去了。在治疗过程中，他重新进入他4岁前的内隐和外显记忆，但是为什么他不记得他青春期的记忆呢？一个可能性是他把一些青春期的记忆也压抑到潜意识中了。通常当我们把一个大灾难的记忆压抑到潜意识去时，我们也会把一些跟这件事有关的记忆一起压抑了，以确保我们不会接触到原始的记忆。

但是，可能还有另外一个原因，最近的研究发现早期的童年创伤会引起大脑海马回的巨大改变，它会使海马回缩小，新的长期记忆就无法形成。当把一只初生的动物从母亲怀中拉开时，它会发出绝望的叫声，然后进入一个把一切都关掉的阶段，这时身体内会分泌一种叫作糖皮质激素（glucocorticoid）的压力荷尔蒙。糖皮质激素会杀死海马回的神经细胞，使它不能产生联结，因此就无法产生学习和外显的长期记忆。早期的压力经验使这些没有母亲的动物一生都容易产生跟压力有关的疾病。当它们经历长期的分离时，糖皮质激素分泌的基因被启动了，并维持在启动状态很长一段时间。婴儿期的创伤会使大脑调节糖皮质激素的神经元特别敏感，这是一个大脑可塑性的改变。最近研究显示童年有受虐经验的成人也有对糖皮质激素过度敏感的现象，虽然他离当年受虐已经很久了。

海马回会因创伤经验而缩小是一个重要的发现，这可能可以解释为什么L先生对他青春期以前的事情记得这么少，抑郁、沮丧、高压力和童年创伤都会使糖皮质激素大量分泌出来，杀死海马回的细胞，使得记

忆流失。一个人抑郁得越久，他的海马回就越小。遭受到青春期前童年创伤的抑郁症患者，他们的海马回比未受童年创伤的抑郁症患者小了18%。这是大脑可塑性的阴暗面：为了对付疾病，我们失去了皮质珍贵的不动产。

假如紧张和压力是短暂的，那么海马回的缩小也是暂时的，但假如拖得太久，这个伤害就会变成永久的了。当病人从抑郁症中恢复时，他们的记忆也会恢复，研究发现他们的海马回也会长回来。事实上，海马回是大脑中神经细胞可以再由我们自己的干细胞变成新细胞两个地方之一[1]。假如L先生的海马回受到伤害了，他在20几岁恢复后，他又可以开始形成外显记忆了。

抗抑郁药物可以增加干细胞变成新的海马回细胞的数量，服用百忧解3周的大鼠，它们的海马回细胞的数量增加了70%。一般来说，人类抑郁症患者服药后需要3~6周才会见效，或许这只是巧合，但是新的海马回细胞要成熟，伸出它们的轴突和树突，跟别的神经元联结，正好就需要这么长的时间。所以促进大脑可塑性的药物可能正好也能帮助抑郁症的病人，经过心理治疗而改善记忆的病人，可能也是由于治疗刺激了他们海马回神经元的生长。

[1] 在海马回的齿回（dante gyrus）。——译者注

可塑性的矛盾：改变与僵化

L先生的改变可能连弗洛伊德都感到惊讶，弗洛伊德用“心智的可塑性”来形容人的改变能力，而且承认整体而言每个人的改变能力是不同的，他也观察到“可塑性的耗尽”（depletion of the plasticity）比较容易发生在老人身上，使他们变成“不可改变的、固定的、僵化的”人。他把这归因到“习惯的力量”，他写道：“然而，有些人却能维持心智的可塑性远超过一般人的年龄限制，其他人却早早就失去了。”他观察到，这种人即使经过心理治疗也很难去除他们的神经质毛病，他们可以活化移情机制，却无法改变。L先生在这过去的50年都有着固定的人格结构，他又是怎么做到改变的呢？

这个答案是我称之为“可塑性的矛盾”谜题的一部分。我认为这个谜题是本书最重要的主题之一。所谓“可塑性的矛盾”是允许我们改变大脑以产生比较有弹性的行为的这项机制，同时也是使我们僵化不能改变的机制。所有人一出生都有可塑性的能力。有些人成长为有弹性的孩子，一直到长大成人皆如此。另外一些人在童年时很有创意，很会即兴创作，没人能预测他下一步要做什么，长大后却变得一成不变，每天固定走同样的路，做同样的事，变成一个固执、不可改变的人。任何跟没有变化的重复动作有关的行为（我们的职业、文化的活动、技能，及神经质的行为）都能使我们变得僵化固执、不可改变。的确，正是因为我们的大脑有可塑性，我们才会发展出这些僵化、不可改变的行为来。就如帕斯科-里昂的隐喻所说的，神经可塑性就像山上的雪，当我们乘着雪橇往下滑时，可以选择要走哪一条路，因为山上的初雪都很柔软，随便哪一条都可以。但是假如第二次、第三次都选择走同样的路时，雪橇轨道的痕迹就开始出现了，很快，我们就会卡在这个轨道中，不用动脑子就

走这条路了。我们的路线现在变得很固定了，就像神经回路，一旦建立了，它就会自我维持，因为我们神经的可塑性既可以导致心智的弹性，也可以导致心智的僵化。我们常低估了心智的弹性程度，大部分人只有偶尔一刹那间感受到这种弹性，好像闪电一样，稍纵即逝。

当弗洛伊德说丧失可塑性跟习惯的力量有关时，他是对的。神经质的人常受到他们习惯的力量所控制，因为他们会不自觉地一直重复某些行为，使自己几乎无法终止或重导这个行为的方向。一旦L先生了解他平日防卫性习惯的原因之后，他对自己及这个世界的看法就不同了，这时他就可以运用他天生的可塑性来改变，虽然这时他已50多岁了。

把心中的鬼魂变成过去

当L先生刚开始做心理分析时，他觉得母亲像个看不见的鬼魂，一个既是生又是死的存在，一个他愿意表示忠诚却又不知其是否真的存在的对象。在接受他母亲真的已经死亡之后，他不再觉得她是个鬼魂，反而知道他真的曾经有过一个实际存在的母亲，一个好妈妈，爱他、照顾他，直到她死亡。直到他认为的鬼魂变成一个爱他的祖先时，他才从这个桎梏中解放出来，使他可以与活着的女子形成亲密关系。

心理分析常做的事就是把心中的鬼魂变成祖先，即使对那些没有失去最爱的人的病人也是一样，我们常常不自觉地被过去重要人际关系的魅影缠绕而影响现在的人际关系。在治疗的过程中，它们逐渐从魅影变成我们过去的历史。我们可以把那些鬼魂变成祖先，是因为我们可以把内隐记忆转换成外显记忆，使原本直到它突然冒出来才能感觉到其存在的内隐记忆，变成有明显情境、很容易被回忆及体验的过去的一部分。

今天，神经心理学上最著名的病例H.M.仍然活着，他已经70多岁了，但是他的心智仍然锁在20世纪40年代，在他动手术、切除两边海马回之前的那个时代[1]。H.M.的病例让我们了解海马回就像个一关卡，记忆通过它才能变成长期记忆，被保存起来。假如不能将短期记忆转换成长期记忆，他大脑的结构和记忆，他心智和身体的自我影像，就冻结在他动手术之前。很悲哀的是，他连镜中的自己都不认得，因为他的自我影像是年轻的。坎德尔跟H.M.是差不多同时代的人，他持续不断地研究海马回及记忆的可塑性，一直深入到分子层面的改变。他将自己在20世纪30年代被纳粹迫害的痛苦记忆写成一本发人深省的回忆录《追寻记忆的痕迹》（In Search of Memory）。L先生现在也是70多岁，他不再锁在20世纪30年代的情绪中，因为他能够将60年前发生的事带回到意识

中，将它们转译，在这个过程中，重新改变了自己大脑的回路。

[1] 他的手术是1953年做的，时年27岁，但是手术后，记忆只回到25岁左右，手术之后的人生是一片空白。——译者注

第10章　返老还童　神经干细胞的发现及如何永保大脑的功能

90岁的斯坦利·卡伦斯基（Stanley Karansky）医生不相信只是因为他的年纪大了，他的生活就必须走下坡路。他有5名子女、8名孙子女、6名曾孙子女。他结婚53年的老伴在1995年因癌症而过世，他现在与第二任太太海伦住在加利福尼亚州。

他1916年生于纽约市，1942年在杜克大学医学院完成他的住院医生训练，第二次世界大战诺曼底登陆时，他是一名救护兵。他曾在陆军中做医官，驻扎在欧洲的一家戏院中，然后移防到夏威夷，后来他就在夏威夷定居下来，做麻醉科医生直到70岁退休为止。但是他的个性不适合退休，所以他又重新训练自己成为家庭医生，在一家小诊所里看诊直到他80岁。

我在他完成一系列梅策尼希团队所发展的大脑训练后访问他。卡伦斯基医生并没有认知退步的现象，不过他说：“我的书写能力还是很好，但是没有以前那么好。”他来参加这个大脑训练纯粹是希望维持大脑的最佳状态。

他在2005年开始听觉记忆训练，他将一片光盘放入计算机中开始练习，他觉得这个程序“蛮有意思，设计得很好”，这个练习需要他判断听到的声音是上扬还是下降，在几个音节中依频率作序列排列，在一组声音中辨识出相同的声音，听一个故事然后回答相关的问题，这些作业都是要使大脑地图边界敏锐，刺激调节大脑可塑性的机制。他一周有3天做这个练习，每次一小时零15分钟，总共做了3个月。

“在结束练习的头6周，我并没有发现有什么不同，在第7周时，我开始注意到我比以前更警觉，我注意到在练习中，我答对的次数增加了，我对周围事务的感觉变好了。我开车时的警觉性，不管是白天还是晚上，都进步了。我跟别人说话的次数增多了，说话好像变容易了。过去几个星期里，我感到我的书写能力有进步，当我在签名时，我觉得我签字的方式好像跟20年前一样。我的太太海伦告诉我：‘我认为你比以前更警觉、更有活力，反应更快。’”他想等几个月以后，再做一次这个练习，以维持大脑的最佳状态。即使这些练习只是针对听觉记忆，但他大脑的一般功能都得到了改善，就像做Fast ForWord练习的孩子一样，因为它所刺激的不只是听觉记忆，同时也刺激了调节可塑性的大脑中心。

同时他也做身体运动，“我太太与我一周3次用健身器材做肌肉运动，然后再骑30～35分钟的运动脚踏车。”

卡伦斯基医生形容他自己是一个终身学习的自我教育者。他读数学方面的书籍，喜欢玩游戏、字谜、前缀诗句[1]和数独。

“我喜欢读历史，”他说，“我会为了某个原因对某个时期的历史产生兴趣，然后就开始挖掘那个时期的历史，直到我觉得已经足够了，我才会去读其他的东西。”或许有人认为这是不务正业，但是这使他一直接触新奇的东西，这种新奇感使得调节可塑性的系统及分泌多巴胺的神经元不会萎缩。

每一个新的兴趣变成一种专注的热情，“五年前，我开始对天文产生兴趣，我买了一副望远镜，因为那时我住在亚利桑那州，看天象的环境非常理想[2]。”他也收集了许多岩石，花了很多时间在矿区中搜寻矿石。

“你家族中有长寿的基因吗？”我问。“没有，”他说，“我母亲40多岁

就死了，我父亲60多岁时过世──他有高血压。”

“你的健康情况怎么样？”

“我死过一次，”他笑着说，“你要原谅我，我是一个语不惊人死不休的人。我曾经迷上长跑，1982年我65岁时在一次长跑时，心室纤维颤动（ventricular fibrillation）突然发作，这是一种会致命的心律不齐，我其实已经死在路旁的人行道了。幸好跟我一起跑的人够聪明、够机警，他马上在路边帮我做心肺复苏术（CPR），其他长跑的人打电话叫救护车来，他们很快就来到现场，给我做心脏电击，使我的心跳恢复正常韵律，把我送到医院。”在那里，他做了心脏绕道手术，他主动地复健，很快就复原了。从那以后，他不再参加竞争性的赛跑，但是每周跑25英里，跑得比较慢，但是距离不变，在2000年他83岁，又有一次心脏病发作。

他有很多朋友，但是不参加大型聚会。“我不再去鸡尾酒会，人们只是随便碰在一起聊聊那种，我不再喜欢那种聚会，宁可坐下来跟有共同兴趣的人促膝深谈而不愿讲些泛泛的应酬话。”

他说他和太太不喜欢旅行，但是他在81岁时学了俄文，参加了俄国的科学探险队，去了南极。

“为什么去南极？”我问。

“只因为它就在那里。”

过去几年里，他去了犹加敦（Yucatán）、英国、法国、瑞士和意大利，在南美玩了6周，去阿拉伯联合大公国探望他的女儿，去了安曼、澳洲、新西兰、泰国和中国香港。

他永远在寻找新事情，一旦他找到了，他会全神贯注地投入—这是大脑可塑性改变的必要条件。“我很愿意全心全意去做我认为有趣的事情，当我到达比较高的境界，不必再花同样的注意力来做这件事时，我会开始再度寻找，将章鱼般的触角送出去搜寻我会感兴趣的东西。”

他的人生哲学、乐观进取的态度同时也保护了他的大脑，他不会因小事情而钻牛角尖。这其实很重要，因为压力会产生糖皮质激素，而这会杀死海马回的神经细胞。

“你似乎比一般人更不焦虑、不紧张。”我说。

“我知道这样对人比较有益。”

“你是一个乐观者吗？”

“并不全然，但是我了解或然率，知道事情会偶然发生，不在我的操控之内。我不能控制它的发生，我只能控制我对它的反应。过去，我曾花了很多时间去担忧我不能控制的事，现在我只担忧我可以控制并可以影响结果的事。我终于学到了如何去应付事情的人生哲学。”

[1] 如中国的平头诗，诗句每行的第一个字连起来是一个字或一个词。——译者注

[2] 亚利桑纳州大部分为沙漠，没有光害，适合观察天象。——译者注

“没有神经元可以再生”

在20世纪刚开始时，世界上最杰出的神经解剖学家、诺贝尔生理学或医学奖得主卡哈奠下了神经结构的根基，他注意到人类的大脑不像蜥蜴的大脑，不能在受伤后自行恢复。但是这种无法补救的情形并不适用于人类其他的器官，我们的皮肤在被切伤后，可以自行愈合，我们的骨头在裂开后，可以自行复原，我们的肝和小肠内壁可以自行修补，失去的血液可以再生，因为我们骨髓里有造血干细胞，可以生成红细胞或白细胞。只有我们的大脑似乎是个例外，当我们年老时，千百万的神经元会死去。当别的器官用干细胞长出新的组织时，大脑无法这样。这个现象的主要解释是大脑在演化过程中变得如此复杂和具有特殊性，它失去了制造补充或替换细胞的能力。此外，科学家问：一个新神经元怎么可能进入既存的复杂神经网络，创造出1000个突触联结而不引起网络系统的混乱？人类的大脑在过去是被假设成一个密闭系统的。

卡哈的后半生主要用于寻找大脑和脊髓可以改变的迹象，但是他没有看到任何大脑可以再生、重组结构的任何痕迹。

1913年，他发表了影响后世100年的巨著《神经系统的萎缩与再生》（Degeneration and Regeneration of the Nervous System）。他写道：“在成人大脑中，神经回路是固定的、不可改变的，所有的神经元都会死亡，但是没有神经元可以再生。假如有可能的话，只有等待未来的科学去改变这个严酷的法则。”

这件事就这样决定了。

神经干细胞的再生

我现在正在全世界最先进的实验室，加利福尼亚州拉荷亚（La Jolla）沙克研究院（Salk Laboratories）弗雷德里克·盖吉（Frederick Gage）的实验室中，俯首看着一个活的人类神经干细胞。1998年盖吉和瑞典的皮特·艾力克森（Peter Eriksson）共同发现了海马回中有这些神经干细胞。

我所看到的神经干细胞充满了活力，它们被称为神经干细胞是因为它们可以分裂、分化成神经元或是在大脑中支持神经元的神经胶质细胞（glial cell）。我现在正在看的干细胞还没有分化成哪一种细胞，也还没有特异化，所以它们看起来都一模一样。虽然这些干细胞看起来缺少个性，它们却可以用长生不老来弥补这个缺点。干细胞不必专业化，它们可以不断地分裂，制造另一个自己，它们可以持续不断地这样复制下去而没有任何老化的征象出现。因为这个原因，干细胞被形容为大脑中永恒年轻的婴儿细胞。这种返老还童的历程叫作神经再生（neurogenesis），会一直进行到我们死去为止。

发现神经干细胞

神经干细胞长久以来都被忽略了，一部分原因是它们跟理论不合，当时认为大脑是一部复杂的机器或是一部计算机，而机器是不会长出新零件的。1965年，当麻省理工学院（MIT）的约瑟夫·奥特曼（Joseph Altman）和达斯（Gopal D.Das）发现老鼠大脑中有神经干细胞时，没有人愿意相信他们的发现。

到20世纪80年代，专门研究鸟类的动物心理学家费尔南多·诺特邦（Fernando Nottebohm）发现鸣禽每一季都唱新歌。他发现每一年春天，鸟类开始唱歌求偶时，它们的大脑长出新的神经细胞，而且正好在学习唱歌的大脑区域[1]。因为鸟类是人类的祖先，如果大鼠和鸟类都有这个现象，那么人类呢？科学家开始在其他跟人类比较接近的动物大脑中寻找这个现象，普林斯顿大学（Princeton University）的伊丽莎白·高尔德（Elizabeth Gould）是第一个在灵长类动物身上看到神经干细胞的人。后来艾力克森和盖吉找到了一个非常聪明的方式用“BrdU”为脑细胞做记号，他们征求临终病人的同意，注射BrdU进入身体内，在病人死后检验他们的大脑。假如神经元是在注射BrdU之后才长出来的话，这个细胞在显微镜下会亮起来。结果他们发现在海马回的齿回，有发亮的神经元在显微镜下出现，所以科学家发现人的大脑一直到死亡前都会一直不停地长出新的神经细胞。

他们继续在大脑中找新的神经干细胞，到现在为止，只有在处理嗅觉信息的嗅球（olfactory bulb）中发现，他们在隔膜（septum，处理情绪的地方）、纹状体（striatum，处理动作的地方），以及脊椎的地方发现了冬眠不活动的干细胞。盖吉和他的团队在研究如何唤醒冬眠神经干细胞的方法，他们也想知道这些冬眠干细胞是否可以移植到大脑受伤

的区域去做修补工作，或者甚至不要用外科手术去移植，而是诱发它们自己移动到待修补区域去。

[1]　诺特邦注意到鸣禽大脑中掌管唱歌的两个神经元RA和VHC在秋天生育季节结束后萎缩，在春天又长出来。——译者注

运动产生新的干细胞，学习延长了它们的寿命

盖吉的研究团队更想知道神经再生是否可以强化心智功能，所以他们想找出促进神经干细胞产生的方法。盖吉的同事坎卜曼（Gerd Kempermann）在刺激丰富的环境中饲养了一批年老的老鼠，给它们玩各种玩具，如球类、长的管子（老鼠喜欢钻东西）、像人类跑步机一样的跑步转轮（running wheel），这样45天以后，把它们杀掉，解剖它们的大脑。坎卜曼发现与在一般笼子中长大的老鼠相比较，它们的海马回容积增大了15%，神经元数目也增加了15%，即40000个新神经元。

老鼠一般可以活两年。当研究团队解剖成长到1岁才有机会进入丰富刺激的环境，然后在里面又过了10个月的老鼠时，他们发现这些老鼠海马回的神经元数量是一般老鼠的5倍。这些老鼠在学习、探索、动作和其他测量老鼠智力的测验上都比在缺乏丰富刺激环境中长大的老鼠强。它们长出了新的神经元，只是没有年轻老鼠长得那么快而已，这证明了长期的丰富刺激环境对年老的大脑神经再生有巨大影响。

这个团队的下一步是看哪一些活动会引起老鼠大脑细胞的增加。他们发现有两个方法可以增加大脑神经元的数量：一是创造新的神经元，二是延长既有神经元的寿命。

盖吉的同事凡布拉格（Henriette Van Praag）表示，增加新神经元最有效的方式是在跑步转轮上跑。在跑转轮一个月后，老鼠海马回新神经元的数量增加了一倍。盖吉告诉我，老鼠并不会真的在转轮中跑，它们只是看起来在跑，其实只是走得很快而已，因为轮子的阻力很小，稍微一着力就开始转。

盖吉的理论是：在自然环境中，长期地快走会使动物进入一个新

的、不同的环境，新环境需要新学习，撞击出他所谓的“预期的细胞增殖”（anticipatory proliferation）火花。

“假如我们只在这个房间内生活，”他说，“这个房间就是我们全部的经验，我们不会需要神经再生，我们已经知道这个环境的每一件事情，我们现有的知识就会使我们过得很好了。”

这个理论，即新的环境可以激发神经再生，与梅策尼希的发现相符，为了使大脑保持最佳状态，我们必须学习新的东西，而不是每天重复已经做得很熟练的事情。在这些实验上，我们看到终身学习的必要性。

前面提到还有第二个方法可以增进海马回的神经细胞数量：延长既有神经元的寿命。研究团队发现学习去玩其他的玩具、球和长的管子，并不能产生新的神经元，但是可以使这个区域的新神经元活得长些。高尔德也发现，即使在缺乏丰富刺激的环境中，只要是学习，都可以延长干细胞的寿命。所以运动和学习是互补的：前者产生新的干细胞，后者使它们的寿命延长。

教育创造了“认知储备所”

虽然发现神经干细胞的存在是很重要的事，但它只是年老的大脑返老还童、改善它自己的方法之一。很矛盾的是，有时神经元死亡可以增进大脑的功能，就像青春期时，没有跟其他神经元联结的神经突触和神经元会被修剪掉，这是最戏剧化的用进废退例子。继续为没有用的神经元提供血液、氧和能量是一件浪费的事，把它们修剪掉会使大脑目标集中、效率好。

到老年持续有某些神经再生的现象并不能否认我们的大脑像身体其他的器官一样会慢慢退化。但是即使在功能退化下降的时期，大脑仍然有可塑性的重组能力，这可能是为了适应大脑神经细胞的死亡。加拿大多伦多大学的研究者斯普林格（Mellanie Springer）和格雷迪（Cheryl Grady）发现，当我们年老时，我们会用跟年轻时不同的大脑区域去做同一件事情。他们用脑造影技术发现14~30岁的年轻受试者在做各种认知测验时，颞叶大量活化起来，他们受教育程度越高，颞叶的活化程度越大。

但是65岁以上的受试者，活化的区域就不一样了。脑造影图片显示，他们在做同样认知作业时，活化的主要是他们的额叶，他们受教育程度越高，额叶的活化越厉害，这点跟年轻人的形态不一样。

大脑功能区域的改变是大脑可塑性的另一个证明—处理区域从一个脑叶改变到另一个脑叶是很大的迁移。没有人知道为什么大脑要做这样的搬迁，或是为什么这么多的研究都发现受试者的受教育程度越高，他们心智下降的速度就越慢或概率越小。教育为什么可以保护他们？最流行的理论是说，教育创造出一个“认知储备所”（cognitive reserve），更

多的神经回路投身到从事心智活动上，所以当大脑老化时，我们有储备的回路可用。

另外一个巨大的神经重组发生在我们年老时。我们前面已经看到，许多大脑的活动是侧化的（lateralized）。大部分的语言在左边处理，大部分的视觉-空间历程在右脑处理。但是杜克大学的卡巴萨（Roberto Cabeza）及他的团队最新的研究显示，有些侧化现象在我们年纪大时会失去。过去在一边脑前额叶处理的事情，现在是两边前额叶一起处理了。我们不知道为什么会这样，一个观点是当我们年老时，一边的脑半球开始觉得力不从心，呼唤另一边来帮忙，这显示大脑重新组织来应付它自己的弱点。

如何减少心智退化的概率

我们现在知道在动物身上，运动和心智活动可以产生新神经元及维持旧神经元的生命。现在也有很多的实验确认心智活动越活跃的人，他们的大脑功能越强，我们所受到的教育程度越高，越常跟别人来往，社交生活越丰富，每天运动的量越多，受到的心智刺激越丰富，我们越不容易得阿尔茨海默病或老年痴呆（dementia）。

但不是所有的心智活动效果都一样，研究发现只有真正全神贯注的活动才会减少心智退化的概率，例如学一种新的乐器、玩桥牌、打麻将、阅读和跳舞都可以帮助神经元的活化。跳舞需要学新的动作，它既是身体的，也是心智的运动，需要大量的注意力。其他像打保龄球、看顾小孩、打高尔夫球所需要的活动力及专注力比较少，就无法减少得阿尔茨海默病的概率。

这些研究只是建议，但是并没有证明我们可以用大脑练习来预防阿尔茨海默病。这些活动跟阿尔茨海默病发病的概率有关，但是相关并不是因果关系。有可能是那些早期的阿尔茨海默病病人，还没有被确诊他们有阿尔茨海默病，但是他们的日常生活活动开始慢下来，不再活跃。所以我们顶多只能说大脑练习和阿尔茨海默病之间的关系极有可能存在，但还未被证实。

梅策尼希的研究显示与老化有关的记忆丧失常与阿尔茨海默病混淆在一起，但是前者可以用大脑练习来改善记忆。虽然卡伦斯基医生并没有抱怨他一般认知能力的下降，但他的确体验到一些老年人的情况，这是跟年纪有关的记忆丧失。他去做听觉记忆训练的确帮助他改善了其他认知功能，只是他以前没有注意到这些认知功能已经在走下坡路。

人老脑不老

卡伦斯基医生可以算是老年人的模范，他做了所有正确的事去抵抗与年纪老化有关的记忆丧失，我们都应该向他看齐，维持自己心智的年轻。

身体的运动很重要，不但因为它能创造新的神经元，而且因为心智的活动要靠大脑，而大脑需要氧。散步、骑脚踏车或心肺运动都能强化跟提供大脑氧气有关的器官，使人们觉得心智敏锐，就如2000年前罗马哲学家塞内加（Lucius Annaeus Seneca，约公元前4～公元65年）所说的一样。最近的研究显示运动可以刺激神经生长因子BDNF的分泌，前面第3章已经提过。这个神经生长因子重新设计了大脑，在大脑可塑性的改变上，扮演了关键性的角色。事实上，不论什么方式，只要能使心脏和血管维持最佳状态都会使大脑受益，我们不需要过度地健身，过和不及都不好，如前面凡布拉格和盖吉所发现的，只要每天以适当的速度散步就能刺激新神经元的生长。

运动刺激你的感觉和运动皮质区，维持大脑的平衡系统。这些功能在我们年老后开始退化，使我们容易摔跤而待在家中不敢出门，大脑最怕的就是人留在相同的环境中不动，这样会使大脑萎缩得更快。单调不动会减少多巴胺的分泌，破坏维持大脑可塑性的注意力系统。一个强调认知的身体活动，如学习新的舞步，可以帮助我们避免平衡问题，增加我们社交的机会，如前所示，社交对维持大脑健康很重要。太极拳需要高度的专注及身体的运动，虽然尚未经过详细的研究，但是应该对大脑健康有好处，尤其它可以刺激大脑的平衡系统。太极同时有坐禅的功效（因为专心无杂念）。现在已知坐禅可以减轻压力，所以它可以保护海马回的神经元，保存记忆。

卡伦斯基医生一直在学习新的东西，这跟老年人的快乐和健康有很大的关系。哈佛大学的精神科医生乔治·范伦特（George Vaillant）如此主张，他应该最有资格如此说，因为他主持了一个大型、长期的人类生命研究计划，他研究了824名受试者，从青春期后期到老年。他的受试者为可分为三组，一组是哈佛毕业生，一组是贫穷的波士顿人（哈佛大学在波士顿），第三组是智商非常高的女人，这些人有的已经80几岁，被追踪超过60年了。范伦特总结说年纪大不一定如年轻人以为的代表着下降、衰退的历程。许多老年人学习新的技术，人生经验丰富，使他们在社交场合适应得比较好，态度从容，谈吐有智慧[1]。这些老年人其实比年轻人更不容易得抑郁症。

挑战心智的活动可以增加海马回神经元存活的概率，所以，老年人可以采用已经被认证为有用的大脑训练，如梅策尼希发展出来的那一套训练。但生命是为了生活，并不是为了做练习，所以最好的方式是去做你一直想要做而没有机会做的事。只有做自己想做的事才会产生强烈的动机，而动机才是关键。法山诺（Mary Fasano）89岁才拿到哈佛大学的学士学位；以色列的第一任总理戴维·本-古里安（David Ben-Gurion）在老年时，自学希腊文以阅读经典的原文。我们可能会想："干什么呀？我在骗谁呀？我的一只脚已经在坟墓中了。"但是这种想法是会自我实现的预言（self-fulfilling prophecy），只会加速心智的衰退，因为大脑是用进废退的。

美国著名建筑师赖特（Frank Lloyd Wright）在90岁时，设计了古根海姆博物馆（Guggenheim Museum）。富兰克林（Benjamin Franklin）在78岁时，发明了双焦眼镜（bifocal spectacles）。李曼（H.C.Lehman）和西蒙顿（Dean Keith Simonton）在研究创造力时，发现35~55岁是大多数领域创造力的高峰，60岁和70岁的人，虽然他们

动作比较慢，但是他们跟20岁的人一样有生产力。

当大提琴家帕布罗·卡萨尔斯（Pablo Casals）91岁时，有一位学生问他：“大师，为什么你还持续不断在练习？”卡萨尔斯回答说：“因为我还持续不断在进步。”

[1] 中国人说姜是老的辣，许多老年人比他们年轻时，对自己更有信心。——译者注

第11章　比部分的总和还多　只有半个脑也可以拥有完整人生的女人

坐在桌子对面跟我开玩笑的女人天生只有半个大脑，当她在母亲肚子里时，一个没有人知道原因的大灾难发生了。医生说不是中风，因为中风摧毁的是健康的组织，而米歇尔的左脑根本没有发育出来，医生怀疑是她左边的大动脉被阻塞了，无法提供血液到左半球，使她的左脑无法发育。出生时，医生给她做一般性的测验，告诉她母亲卡洛，她是正常的婴儿。即使到今天，神经学家如果没有进行大脑扫描也看不出来她是整个左半脑都没有的人。我发现我自己一直在想，究竟这世界上有多少人是只有半个脑就过了一生，而他自己或别人都不知他有这个缺陷？

我去访谈米歇尔是想知道人类大脑的神经可塑性改变可以达到什么样的程度。米歇尔的例子严重地挑战过去大脑功能区域特定论的教条，因为那个理论是说每一个脑半球先天就设定了它特有的机制和功能，是不能改变的。然而米歇尔却可以只用半个脑而生活得很好，我想不出还有哪一个例子比她的更适合来说明大脑可塑性或验证大脑的神经可塑性理论。

虽然米歇尔仅有右脑半球，她却不是依靠呼吸器才能活的可怜人。她今年29岁，她的蓝眼睛透过厚厚的玻璃镜片，炯炯有神地望着我。她穿着蓝色的牛仔裤，卧室漆着蓝色的墙壁，她的谈吐非常正常。她有着一份兼职的工作，喜欢阅读、看电影，跟她的家人在一起。她可以做这些是因为她的右脑接管了左脑的工作，重要的心智功能（如说话和语言）移到她的右脑来处理了。她的发育让我们清楚地看到神经可塑性并不是一件不重要的小事，它使米歇尔能够达成最大程度的大脑重组。

米歇尔的右脑不但要负担左脑的主要功能，同时还得做它自己右脑的工作。在正常的大脑中，左右半球会相互帮忙将对方的发展调节到最理想，它们用送出电流信号，来通知对方自己的活动，使两者可以协调功能，一起共事。在米歇尔的例子，右脑没有左脑的帮助，只能自己独自发展，学习如何靠自己运作。

米歇尔有超乎异常的计算能力（天才的能力），她可以像闪电一样计算并得出答案。但是她也有特殊的需求和能力限制。她不喜欢旅行，在不熟悉的环境中很容易迷路。她很难理解某些抽象的句子或想法。但是她的内心生活是很活跃的，她可以阅读、祈祷并爱别人。她的口语表达很正常，除非当她受到挫折。她很崇拜美国电视的喜剧明星卡罗尔·伯纳特（Carol Burnett），她每天听新闻及棒球赛转播，选举时一定去投票。她的人生印证了整体大于部分的总和，而且半个脑并不代表只有半个心智。

人为什么需要两个脑半球

140年前，法国医生布罗卡开启了大脑功能区域特定论的时代。他说：“人用左脑说话。”他不但提出了大脑功能区域特定论，同时也开创了脑侧化的相关理论。这个理论是寻找左、右半球功能和结构上的不同。左脑被认为是语言的区域，负责与符号相关的活动，比如语言、算术计算；右边则是负责非语言功能，包括视觉-空间的活动（如我们在看地图或在空间导航），一些想象力和艺术的能力也被认为是在右脑处理的。

米歇尔的例子让我们看到我们对人类大脑的最基本功能是多么无知。当两个脑半球的功能必须相互竞争同一块大脑区域时，会怎么样呢？假如必须牺牲某一方时，又怎么样呢？如果只是要生存下去，究竟需要多大的脑？假如要发展机智、同理心、品位、精神上的需求及见微知著的能力，又需要多大的脑？假如我们少了一半的大脑组织也可以生存下来，为什么一开始要有两个脑半球？

最后还有一个问题：像她这样会是什么感觉？

脑壳内的空洞

我现在在米歇尔家的客厅，在弗吉尼亚州瀑布教堂市（Falls Church）一个中产阶级小区的一幢房子里。我在看她核磁共振的片子，这是可以看出大脑结构的一种脑造影技术。我看到她右脑是正常的，但是左边只有小小一条薄薄的半岛形状的灰质飘浮在黑色的空洞中。米歇尔自己从来没有看过这张片子。

她把这个空洞叫作“我的胞囊”（cyst），当她在说“我的胞囊”，或

直接说“胞囊”时，听起来好像它已经变成实质的东西了，像科幻电影里面一个恐怖的角色。的确，看她的大脑扫描图是有恐怖的感觉，但当我看着米歇尔时，我看到她整个面孔，看到她的眼睛和她的笑容，我会不由自主地想象面孔后面的大脑应该也是同样的对称。这张大脑的扫描片子真是一声无情的响钟，惊醒你的幻觉。

缺少一个脑半球的表现

米歇尔的身体的确显示出她缺少一个脑半球的象征。她的右手腕是弯的，有一点扭曲，但是可以用——虽然一般来说，几乎所有对右边身体的指令都是来自左脑。或许从她的右脑发展出非常细的一股神经纤维连到右手。她的左手是正常的，她惯用左手，当她站起来走路时，我注意她穿着铁鞋来支撑她的右腿。

大脑功能区域特定论者会说我们在右视野（right visual field）所看到的每一个东西都是在左脑处理的[1]。但是因为米歇尔没有左半球，她没办法看到来自右边的东西，她的右视野是盲的，她的弟弟常常从她的右边偷她的薯条吃，但是她会抓到他们，因为视觉所缺少的，她的听觉把它补偿起来了。她的听觉非常敏锐，甚至当她在楼上时，都可以听到她父母在楼下另一端厨房所讲的话。这种超敏锐的听力在全盲的人身上常常可以看到，这是大脑有能力为了改变的环境去调适的证明。不过这种超级敏感的听力是要付出代价的，在马路上，如果有人按喇叭，她会立刻用双手遮住耳朵，以避免感官负荷过量。在教堂中，她不能听管风琴的声音，听到后她会立即溜到门外。学校防火演习使她惊吓，一方面是很大的噪声，另一方面是人群移动所造成的视觉混乱。

她同时也对触觉超级敏感，卡洛把米歇尔衣服的标签剪掉，使她不会感觉到摩擦。这好像她的大脑缺少把不需要的感觉筛掉的过滤器，所

以卡洛常常必须替她做筛选来保护她。假如米歇尔有第二个脑半球的话，那就是她的母亲。

[1]　右视野是两只眼睛左半边视网膜所看见的东西，并不是在右眼，这两者有很大的差别，不可混淆。我们两只眼睛的视神经在视叉（chiasma）相交，汇集两只眼睛视网膜左半边和右半边送过来的信息后，才左边的信息送往右脑，右边的信息送往左脑去。——译者注

不对劲的孩子

“你知道，”卡洛说，“我以为我永远不可能有小孩的，所以我们领养了两个孩子。”米歇尔的哥哥比尔和和姐姐莎朗。就像常常发生的一样，在领养孩子后，卡洛怀孕了，生下完全正常的儿子史帝文。卡洛和她先生希望有更多的孩子，但是自从生了史帝文以后，卡洛很难受孕。

有一天，卡洛觉得不舒服，像是害喜，所以她去验孕，出来结果是阴性的。卡洛有点不太相信这个结果，所以她又验了几次，每一次在前两分钟都显示是阴性的，再过10秒之后，才转成阳性的。

在这期间，卡洛有间歇性的出血，她告诉我：“在验孕后第三个星期，我回去找了医生。他说：‘不管试纸怎么说，你已经怀孕三个月了。’当时，我什么都没想到，现在事后回想，我相信是因为米歇尔在子宫中受到了损伤，所以我的身体努力想让这个孩子流产，但是没有成功。”

“感谢上帝，没有成功！”米歇尔说。

米歇尔生在1973年11月9日，初生的头几天对卡洛来说记忆模糊，因为她从医院把米歇尔带回家的那一天，一直跟她们住在一起的卡洛的母亲中风了，家中一片混乱。

等到危机过去后，卡洛才察觉到不对劲：米歇尔的体重没有增加，她不好动，也几乎没有发出任何声音，她也不会用眼睛去追踪移动的物体。于是卡洛开始不停地往医院跑、看医生。米歇尔6个月大时，医生第一次开始怀疑她的大脑受伤了。卡洛以为米歇尔眼球肌肉有问题，所以不能追踪物体，她带米歇尔去看眼科医生，医生发现米歇尔两只眼睛

的视神经都受损了，所以告诉卡洛，米歇尔的视觉永远不可能正常，戴眼镜也没有用，因为受损的是视神经，而不是水晶体。更糟糕的是医生认为这个问题出在米歇尔的大脑，是大脑病变使米歇尔的视神经萎缩。

就在这个时候，卡洛注意到米歇尔不会自己翻身，右手无法伸直。进一步检验证实了她是偏瘫（hemiplegic），表示右半边的身体有一部分是瘫痪的。她右手扭曲的方式看起来跟右脑中风的人很像。大部分的孩子在7个月左右开始爬，但是米歇尔坐在地上，不动如山。如果她真的想要什么东西，她会用她好的那只手去抓。

虽然她不属于任何已知的病别，但她的医生还是开出了比尔综合征（Behr Syndrome）的诊断证明，使她可以得到医疗照护和残障补助。的确，她是有一些比尔综合征的症状：视神经萎缩、神经性的平衡协调问题。但是卡洛和她先生知道这是不对的，因为比尔综合征是一个非常稀有的遗传疾病，而卡洛和她先生的家庭都没有任何人有这个疾病。3岁时，米歇尔被送到治疗脑性麻痹（cerebral palsy）孩子的医院去，虽然她并没有被诊断为脑性麻痹。

仍有希望

当米歇尔在婴儿期时，计算机断层扫描（computerized axial tomography，CAT）才刚刚发明出来，这种精密的X光仪器可以照很多的大脑断层图片，将数据传送到计算机。骨头是白色的，大脑组织是灰色的，身体的空隙是漆黑的。米歇尔曾在6个月大时，接受过计算机断层扫描，但是早期的扫描分辨率非常差，她大脑的扫描图片只是一团灰，医生无法从其中作出任何判断。

卡洛对她的孩子永远不可能正常的看法感到非常难过。有一天，卡

洛正在餐厅喂米歇尔吃早饭，她先生正好经过餐厅，卡洛注意到米歇尔的眼睛可以随着人体的移动而移动。

“装谷片的碗被我抛到天花板上了，我太高兴了。”卡洛说，“因为这表示米歇尔并不是完全看不见，她还有残留的视觉。”几个星期以后，当卡洛跟米歇尔坐在门廊底下时，一辆摩托车经过，米歇尔用眼睛追随那辆车。

然后，有一天，当米歇尔大约1岁时，她平时紧握在她胸前的右手打开了。

当她两岁时，这个平常几乎不讲话的孩子突然对语言有兴趣了。

“我回家时，”米歇尔的父亲说，“她会说ABC！ABC！”坐在父亲的腿上时，米歇尔会用手触摸她父亲的嘴唇，以感受到他说话时口腔的震动。医生告诉卡洛，米歇尔没有学习障碍，事实上，她的智力看起来是正常的。

但是米歇尔到了两岁仍然不会爬，她的父亲知道女儿喜欢音乐，他会放米歇尔最喜欢的唱片，当唱片唱完时，米歇尔会叫：“呜呜呜，再一次！”她的父亲会坚持要她爬到唱机旁，他才会再放一遍。米歇尔整个学习的形态现在变得很明显了：发展上显著的迟缓。医生要他父母试着适应这些问题，但是，不知怎地，米歇尔每一次都能使她自己超越那个障碍。卡洛和她先生变得对米歇尔更有信心了。

1977年，当卡洛第三次怀孕怀着米歇尔的弟弟杰弗里时，她的医生说服卡洛让米歇尔再做一次计算机断层扫描。他说卡洛应该想知道米歇尔在她子宫里究竟发生了什么事，这样才可以防止同样的事发生在现在这个胎儿身上。

到1977年时，计算机断层扫描的技术已经进步了许多，当卡洛看到新的扫描照片时，她说：“片子清楚地看到一边有脑一边没有脑，就像白天和黑夜一样清楚。”她非常震惊。她告诉我：“假如米歇尔六个月大时的照片就是如此的话，我想我一定没有办法承受这个打击。”但是现在米歇尔已经3岁半了，她已证明她的大脑可以适应和改变，所以卡洛觉得事情可能没有那么糟，米歇尔可能仍然有希望。

当右脑承担了左脑的工作

米歇尔知道美国国家卫生研究院约旦·格拉夫曼（Jordan Grafman）医生的团队在研究她。卡洛曾经带米歇尔到国家卫生研究院去，因为她读到一篇有关神经可塑性的文章，在文章中，格拉夫曼医生反驳了许多关于大脑问题的观点。格拉夫曼认为只要给予帮助，大脑可以终其一生都不断地发展和改变，即使在受了伤以后仍然可以。但是当地医生告诉卡洛说米歇尔的心智发展到12岁左右就会停止了，现在米歇尔已经25岁了。假如格拉夫曼医生是对的，米歇尔已经失去了许多宝贵的时间，她其实可以做许多对她可能有帮助的治疗。这个想法带给卡洛罪恶感，但是同时也带给她希望。

卡洛和格拉夫曼医生所做的第一件事就是帮助米歇尔了解她自己的情况，使她比较能够控制自己的情绪。

米歇尔对她的情绪非常诚实，“许多年来，”她说，“只要我没有达到我的目的，我就会大吵大闹，自我小时候以来一直如此。去年，我厌倦了人们总是认为应该顺着我的意思，不然我的胞囊会控制我。”然后她说：“去年以后，我告诉我父母，我的胞囊可以应付必要的改变。”

虽然她可以重复格拉夫曼医生的解释，即她的右脑现在承担左脑的工作，如说话、阅读和计算，但她有时谈到这个胞囊的方式又好像它是一个实质的东西，是一个有人格和意志力的异物，而不是她脑壳中本来应该有左脑的一个空洞。这个矛盾显现出她思考的两种倾向：她对具体事件的记忆是超强的，她记得所有的细节，但是她的抽象思考有问题。对具体事件的记忆强有些好处，米歇尔的拼字能力超强，而且可以记得字母在纸页上排列的方式，因为就像很多具体事件的思考者一样，她可

以把事件记录在记忆中，维持它们的鲜明和生动程度，就像她第一次看到这个事件时一样。但是她觉得去理解一个潜藏着道德观念、主题或没有说明重点的故事很困难，因为这需要抽取出故事的中心意图。

我一再碰到米歇尔将抽象符号具体化的例子。当卡洛在说她初次看到米歇尔没有左半球的那张计算机断层扫描，她是多么震惊时，我听到一个声音。坐在旁边听的米歇尔开始玩她刚刚用来喝水的瓶子，在瓶子里吸吸吹吹。

“你在做什么？”卡洛问道。

“呃，姆，我在把我的感情吹进这个瓶子里。”米歇尔说，好像她觉得感情真的可以灌输到这个瓶子中似的。

我问米歇尔，她母亲形容计算机断层扫描片子的方式会不会使她不舒服。

“不会，不会，不会。呒，你看，把它说出来是一件重要的事，我只是在控制我的右半边。”这个例子显示米歇尔相信当她不高兴时，她的胞囊就接手把主控权抓过去了。

有的时候，她会讲很多无意义的词，她并不是为了沟通，而是为了发泄她的感情，她曾提到她很喜欢玩字谜和猜字游戏，甚至在看电视的时候也玩。

“这是为了增加你的词汇量吗？”我问道。

她回答道：“事实上，ACTING BEES！ACTING BEES！我在看电视连续剧时这样做，使我的心里不会无聊。”

她大声地唱：“ACTING BEES！”把一些音乐注入她的回答中。我请

她解释。

“这完全是无意义的，当，当，当，当，当我被问到使我感到挫折的问题时。”米歇尔说。

她选择使用一些词常常不是因为它们的抽象意义，而是因为它们的物理性质或有相似的韵母—这是她喜欢具体事件的证据之一。有一次，当她从汽车中钻出来时，她突然大声唱“TOOPERS IN YOUR POOPERS”。她常在餐馆中扯着喉咙大声唱，使人们都转头看她。在她开始唱歌之前，她会紧紧地咬住下巴。有一次她感到挫折，咬得太用力，咬断了两颗大门牙，也曾好几次咬断后来装的义齿。大声唱无意义的歌可以帮助她戒掉用力咬的坏习惯。我问她唱无意义的歌是否能使她平静下来。

“I KNOW YOUR PEEPERS！”她唱道：“当我唱歌时，我的右边控制我的胞囊。”

“它能使你平静吗？”我问道。

“我想是吧！”她说。

对重复行为的喜爱

这些无意义的词通常有开玩笑的性质在内，好像她用好笑好玩的词进入某一情境。但是这通常发生在她觉得她的心智不行了，她不懂别人在说什么的时候。

“我的右半边，”她说，”不能做别人右半边可以做的事。我可以做简单的决定，但是不能做那些需要很多主观思考的决策。”

这是为什么她不但喜欢而且爱上重复的、可能会让其他人抓狂的行为，如输入数据。她目前输入了她母亲做事的教区5000多名教友的姓名、数据，所有的信息。她给我看计算机中她喜欢的消遣游戏—接龙，当我望着她玩时，我很惊讶她竟然可以玩得那么快，这个游戏不需要主观的评估，所以她非常有决断力。

“噢！噢！看，噢，噢，看这里！”她高兴地尖叫，叫出每一张卡片的名字，把它们放在应该放的地方，开始唱歌。我发现她的大脑中已呈现出52张扑克牌的样子，她知道每一张牌的位置和名字，不论它是正的或反的。

另一个她很喜欢的重复作业是折东西。每一个星期，她脸上挂着微笑，像闪电一样，折叠1000张教会的通告，只要半个小时就做好了，而且只用一只手。

抽象思考的困难

在了解抽象概念方面的问题是她右脑太过拥挤最大的代价，为了了解她对抽象概念的理解能力，我请她解释一些格言给我听。

我问：“不要为打翻的牛奶哭泣是什么意思？”

她说：“它是说不要浪费你的时间去担忧一件事。”

我请她再多解释一些，希望她能说出对已经发生的不幸事件不要再去想了，因为于事无补。

她的呼吸变得沉重，开始用不愉快的声音唱：“DON’T LIKE PARTIES，PARTIES，OOOOO.”

然后她说她知道一个象征性的句子：“That’s the way the ball bounces.”她说这个句子的意思是：“That’s the way things are.”

接着我请她解释一个她不曾听过的格言“住在玻璃屋中的人不可以丢石头[1]”（People in glass house shouldn’t throw stones）。

她的呼吸又开始沉重起来。

因为她上教堂，所以我问她有关耶稣说的话：“让那个不曾犯过罪的人丢出第一块石头”（Let he who has not sinned cast the lst stone.）我跟她讲了耶稣说这句话时的情境。

她叹了一口气后，呼吸沉重地唱：“I AM FINDING YOUR PEAS！我必须好好地思考这个问题。”

我继续问她物体的异同，这还是抽象的测验，但是不像解释格言或寓言那样用到很长的符号序列，所以比较没有挑战性，异和同与细节有关，比较物体的异同其实具体多了。

她果然在这方面做得比别人快。椅子和马有什么相同的地方？她马上接着说：“它们都有四条腿，都是给人坐的。”那么差异呢？“马是动物，椅子不是，马自己可以走动，椅子不能。”我让她做了好几个这种测验，她每一个都拿到满分，而且速度像闪电一样，这次，她就没有唱那些无意义的歌。我给了她一些算术题及记忆题，她也都拿满分。她告诉我学校的算术都非常简单，她都做得很好，所以他们把她从特殊教育班转出来，回到普通班去了。但是到8年级时，老师要教代数，这是比较抽象的，她觉得很难。历史也是一样，一开始时，她表现得很好，像颗闪亮的星，但是当8年级开始介绍历史观念后，她就觉得很难掌握了。她的记忆也是如此，细节记得很清楚，但抽象的思考就不行了。

[1] 自取灭亡之意。——译者注

星期五是个煎锅

我开始怀疑米歇尔在某些心智能力上是一个天才，在我们谈话时，她会非常正确、非常有自信地改正她母亲说的某一件事情发生的时间。她母亲提到去爱尔兰旅行，问米歇尔那是什么时候。

“1987年5月。”她想都不想，立刻回答。

我问她怎么做到的，她说：“我记得大部分的事情……我想它们是很生动或什么的。”她说她的生动记忆可以回溯到20世纪80年代中期，我问她是否有什么方法来记住这些日期，有许多天才有他们自己的一套公式，她说她并没有经过计算只是记住了时间和事件，但是她知道日历是有规则可循的，每6年循环一次，然后变成5年循环一次，看闰年是什么时候。“假如今天是6月4日星期三，那6年前的6月4日也是星期三。”

“还有别的规则吗？”我问，”3年前的6月4日是星期几？”

“星期日。”

“你用到规则了吗？”

“没有，我只是回溯我的记忆。”

我很震惊，我问她是否曾经对日历着迷。她一口回绝：“没有。”我问她是否喜欢记事情。

“只有某些事我喜欢。”

我问她几个日期，然后我回去确认。

“1985年3月2日？”

“星期六。”她立即回答，而且是正确的。

“1985年7月17日？”

“星期三。”快速又正确。我发现对我来说随便想个日子出来问她，比她回答我还困难。

因为她说她可以记得20世纪80年代中期的日子而不需要用到公式，我就想把她的记忆推得更远，我问她1983年8月22日是星期几。

这次她花了半分钟，而且很明显在计算，轻声对自己讲话，而不是从记忆中提取。

“1983年8月22日，嗯，是星期二。”

“这比较难是因为？”

“因为在我心中，我只能回到1984年的秋天，从那时起我开始把事情记得很好。”她解释给我听，她对每一天都有清晰的记忆，那天在学校里发生了什么事，她用这些日子作为基准。

“1985年8月开始于星期四，所以我的方式是倒回去两年，1984年8月开始于星期三。”

然后，她笑着说：“我错了，我说1983年8月22日是星期二，它其实是星期一。”我查了一下，她后来的改正是对的。

她的计算速度很令人惊异，但更令人惊异的是她对过去18年来所有发生事件的生动记忆。

有的时候，这些“白痴天才”（savants）[1]有他们自己的方式来代表经验。俄国的神经心理学家鲁利亚曾经研究过一个记忆很好的人S先

生，他可以回忆一长串无意义的数字组合，后来他以表演记忆术为生。S先生的记忆像照片一样，而且可以回溯到婴儿期，他很有趣的地方是，他的感官神经回路是混在一起的，没有完全分化，这种现象叫感官混合症（synesthete）[2]。有高层次的感官混合症的人可以体验到抽象概念，如星期一是什么颜色，星期二是什么颜色，这使他们对某些事情有特别生动、显著的记忆。S先生的某些数字是有颜色的，他也像米歇尔一样，常抓不到问题的重心。

我跟米歇尔说，有些人当他们在想星期几时，会有颜色出现，这使得他们的记忆更生动，他们的星期三可能是红的，星期四是蓝的。

“噢，噢！”她叫道。我问她是否有这能力。

“不是颜色那种，”她是看到景象，‘星期一是我在儿童发展中心的教室。‘哈啰’这个词，让我看到贝尔·威拉德（Belle Willard）大厅左边那个小房间。”

“我的天！”卡洛喊道。她解释米歇尔在14个月大就去贝尔·威拉德特殊教育中心上课，直到她2岁10个月止。

我继续问她星期几的事，每一个日子都有一个场景。星期六，她解释她看见一个玩具，浅绿色的底，黄色的头，上面有好几个洞，是游乐场的旋转木马。她想象她“坐”[3]在旋转木马上。星期天[4]是跟阳光的景色连在一起。但是其他的景色她就不能解释了，星期五是从空中俯视做煎饼的煎锅[5]，她们家整修前的厨房中有一个，但是18年前就丢掉了。

[1]　这个名词是专门用来指智商低于正常人，却有专门能力高过一般的人，并没有歧视意味在内，有时候英文也用idiot savant。——译者注

[2]　有这种现象的人各不相同，全世界大约有40多人，他们中有的人听

到大提琴声音，某个颜色就浮现；汤太淡了，他说加些三角形。——译者注

[3]　sat（坐）是Saturday（星期六）的第一个音节，这可能是为什么她把星期六的经验联结到游乐场上。——译者注

[4] 星期天是Sunday，而阳光是sun。——译者注

[5]　或许她把Friday（星期五），跟fry　foods（煎食物）连在一起了。——译者注

格拉夫曼与神经可塑性

美国国家卫生研究院的格拉夫曼医生是一位研究大脑方面的科学家，他想找出米歇尔的大脑是怎么运作的。卡洛是在读到他所写的有关大脑可塑性的文章后跟他联络的，把米歇尔带去给他看。从那以后，米歇尔就经常过去做测验，他也用他所发现的新知识帮助米歇尔适应她的情况，也让她了解她自己的大脑是怎么发展的。

格拉夫曼是美国国家神经疾病及中风研究院认知神经科学组的主任。他有着温暖的笑容，像唱歌似的声音，浅色的头发，他6英尺高的身躯一下子塞满了他在国家卫生研究院狭小的办公室。他有两个研究兴趣：了解额叶的功能，及了解神经可塑性。这两个兴趣合在一起正好可以解释米歇尔特殊的能力和她认知上的缺陷。

20年来，格拉夫曼是美国空军生物医学科学中心的上尉，他因为领导越南战争头部伤害研究而得到奖章，他可能是世界上看到最多额叶受伤病人的医生。

他的私人生活也一样令人留下深刻的印象，当他还在小学时，他父亲严重中风，引起大脑受损，当时医生对中风，或是说大脑，还不是十分了解，中风改变了他父亲的人格。他会情绪突然爆发，也就是在“失去社会抑制”（social disinhibition）的情况下释放出攻击性、性欲这些原本受到控制的本能。他父亲也失去了掌握别人说话重点的能力。格拉夫曼当时并不知道他父亲为什么会这样，他的母亲和父亲离了婚，他父亲第二次中风时死于芝加哥一家旅馆里。

格拉夫曼在这个打击之下，小学辍学，变成不良少年。但是他心中有更多的渴望，所以他开始在早上去图书馆读书，他发现了陀思妥耶夫

斯基和其他人的小说。下午他去艺术学院，直到他发现那个地方对年轻的男孩不安全。晚上他去旧城的爵士乐酒吧，他学会了街头生存之道。为了避免被送进圣查尔斯感化院，那其实是收容16岁以下少年的监狱，他在少年之家及教养院花了4年时光。在那里他接受社工人员的心理辅导，这拯救了他，使他知道以后的人生要怎么走。高中毕业后，他逃离了阴暗的芝加哥，来到了加利福尼亚州，他爱上了约塞米蒂国家公园（Yosemite）而决定做一个地质学家。在一个偶然的机会里，他选修了一门讲梦的心理学课，改变了他的初衷，从此变成了一个心理学家。

脑细胞死亡后的奇迹恢复

他在1997年第一次接触到神经可塑性。那时他在威斯康星大学（University of Wisconsin）的研究所，研究一位大脑受伤的非裔美籍妇女，因为她的恢复在别人眼里是奇迹。蕾内塔在纽约的中央公园遭到攻击勒颈窒息，而且被弃之不顾差点死去，她的大脑因为缺氧太久，造成神经细胞死亡。格拉夫曼第一次看到她时，是她受到攻击的5年后，她的医生放弃了她，认为不会有改进了。她的运动皮质区受到严重伤害，所以几乎不能动，由于长期坐在轮椅中，她的肌肉都萎缩了。医生认为她的海马回可能也受伤了，因为她有记忆的困难，只能读简单的东西。自从被攻击后，她的生活质量一路往下滑，她无法工作，失去了所有的朋友。过去，像蕾内塔这样的病人是被假设没有希望改进的，因为缺氧会使大脑细胞死亡，大多数的医生认为一旦大脑细胞死亡，大脑就无法恢复了。

即便如此，格拉夫曼的团队还是给蕾内塔密集的训练，即那种复健科医生通常给受伤后第一个星期的病人所做的复健。格拉夫曼曾经做过记忆的研究，知道复健是什么，他在想如果把这两个领域综合起来，效果会如何。所以他建议蕾内塔开始做记忆、阅读和思考的练习。格拉夫曼完全不知道巴赫-利塔的父亲20年前曾经受到同样训练程序的帮助。

她开始动得更多，更愿意跟别人沟通，更能集中注意力、思考，可以记得当天发生的事，最后，她可以回到学校念书，找到工作，重新进入这个世界。虽然她并没有完全康复，但格拉夫曼对她的进步已经够惊奇的了，他说：“这些练习治疗使她的生活质量增进到一种令人震惊、不敢相信的地步。”

受伤士兵的大脑重组研究

美国空军资助格拉夫曼完成博士学位，他被授以上尉的军衔，并被任命为越南战争头伤研究神经心理组的主任，这是他第二次接触到大脑的可塑性。因为士兵总是面向战场，所以他们受伤的部位很多都在额叶，这是大脑的一个重要协调中心，使心智集中在现在发生的事情的重点上，形成目标，并且快速作出决定。

格拉夫曼想找出影响受伤额叶恢复正常的主要因素，所以他开始收集士兵受伤前的健康情况、基因、社会经济地位、智商，来看哪一项可以预测士兵复原的概率。因为入伍的新兵一定要做军人资格测验（Armed Forces Qualifications Test，相当于IQ测验），所以格拉夫曼可以研究受伤前和受伤后智商的改变，他发现除了受伤的部位和伤口的大小，士兵的智商最能预测他将来恢复的情况。大脑有越高的认知能力（备用的智力），越能对严重的伤作出适当反应。格拉夫曼的证据显示智商更高的士兵似乎更能重组他的认知能力来支持受损部位的功能。

我们前面谈过，根据狭义的大脑功能区域特定论，每一个认知功能都在一个先天设定的地方处理。假如这个地方被子弹破坏了，这个功能就永久地丧失了，除非大脑有可塑性，可以适应，并创造出新的结构来取代旧的、已受损的结构。

格拉夫曼想知道可塑性的极限，大脑重组结构要多久，也想知道有没有不同种类的可塑性。因为每个人大脑受伤的位置跟严重程度都不一样，他认为做个案研究效果应该比团体研究来得好。

四种可塑性

格拉夫曼的看法是非教条式的大脑功能区域特定论与大脑的可塑性理论的综合。

大脑分成好几个区域，在发展的时候，每个区域都有它自己主要负责处理的某种心智活动。如果是复杂的心智活动，那么必须有好几个区域互相沟通来协调工作。当我们阅读时，词的意义是储存在大脑的一个区，字母的外表形状又是储存在另外一个区，字音又在另一个区。每个区域都有网络联结，所以当我们遇到一个词时，我们可以看见它、听见它和了解它。每个区域的神经元都必须同时被活化，我们才看得见、听得到，而且立刻了解它是什么意思。

储存所有信息的规则反映出用进废退的原则。我们用这个词的次数越频繁，就越容易提取出来。即使处理文字的区域受损的病人提取受伤前常常用的词比很少用的词来得快。

格拉夫曼认为在负责处理某一个行为的大脑区域（如储存词的区域）中，位于中心的神经元是最投入这个作业的，在区域边缘的神经元是比较不投入或不专注的。所以邻近的大脑区域就相互竞争来抢夺这些位于边界的神经元，每一天的活动决定哪一块区域会赢。对邮局里每天看地址的工作人员来说，他们常常只是看信封上的地址而不去想它们的意义，所以在视觉区边界和意义区边界的神经元就变成负责“看”词的工作。而一个对词的意义感兴趣的哲学家，这些边界神经元就会去负责词的意义。格拉夫曼认为，我们从脑造影所学到关于边界神经元的新知识都显现出它们可以快速地扩展，在几分钟之内数量快速增加，以应付我们临时的需求。

从他的研究中，格拉夫曼找到4种可塑性。

第一种是“地图的扩张”（map expansion），即上面所说，为了满足日常生活需求，边界的神经元实时地作出工作性质的改变，以处理当下的工作。

第二种是“感官的重新分配”（sensory reassignment）。当一种感官被阻挡了（如眼盲），这种情形就会发生。当视觉皮质没有正常的刺激进来时，它可以接受其他感官（如触觉）送进来的新信息。

第三种是“补偿性的欺骗”（compensatory masquerade），这种可塑性是来自大脑可以用不只一种的方法去执行一个作业，例如有人用地标来认路，有人可以用方向感来认路，因为他们有很强的空间方向感。假如他们因脑伤而失去了空间方向感，还可以回头去用地标来达到同样目的。在大家承认大脑有可塑性之前，补偿性的欺骗[1]（如阅读有困难的人用听的、用录音带或有声书来学习知识）曾是帮助学习障碍孩子最主要的方式。

第四种可塑性是“相对应区域的接手”（mirror region take-over）。当一个脑半球有些地方不能正常工作时，另一个脑半球相对应的区域可以把这项工作接过来做，虽然可能做得没有原来的那么好，但是它可以调适，尽量做得跟原来一样。

保罗的左脑接替了右脑

最后这一项来自格拉夫曼和他同事利瓦伊（Harvey Levin）对保罗的研究成果。保罗7个月大时出了车祸，头部受到重击使他头骨的碎片插入了右脑顶叶，这是在额叶后面、大脑顶端的部分。格拉夫曼第一次看到保罗时，他已经17岁了。

令人惊讶的是，保罗有计算和数字处理上的问题。一般来说，右脑顶叶受伤的人应该会有视觉-空间处理上的问题。大家都以为左边顶叶是储存数学知识和做计算（包括简单算术）的地方，但是保罗的左顶叶并没有受伤。

计算机断层扫描显示保罗在他受伤的右脑有一个胞囊。格拉夫曼在保罗做简单的数学问题时用功能性核磁共振扫描他的大脑。脑造影图片显示他的左脑顶叶几乎没有活化。

他们从这个奇怪的结果得到的结论是：左脑在做算术时活化得很少，是由于现在它在处理视觉-空间的信息，因为受伤的右脑已经不能处理这些了。

保罗出车祸时只有7个月大，他还没有学数学，因此，是在左脑变成处理计算的专家之前。在7个月到他开始学习算术的6岁之间，对他来说，空间比较重要，他需要视觉-空间处理能力，所以视觉-空间活动先在左边顶叶跟右脑相对应的区域抢到位置。因此保罗可以在这个世界中自由地行走，不会走失，但是他也付出了代价，当他要学算术时，左边顶叶中央的地区已经被视觉-空间处理抢过去用了。

[1] 又叫作代偿作用〔compension〕或替代策略〔alternative strategies〕。——译者注

脑半球的专长不是先天固定的

格拉夫曼的理论为米歇尔的大脑发展提供了一个解释。米歇尔的左脑组织在她的右脑承担任何功能之前便丧失了，因为可塑性在幼年的时候最高，米歇尔没有死亡可能是因为，她大脑的受损发生得那么早：当大脑还在生长时，她的右脑有时间在子宫中做调整；生后，她又有好妈妈照顾她。

所以有可能她本来处理视觉-空间的右脑现在可以处理语言，因为米歇尔是半盲，又不会爬，在她学会看和走之前，先学会了语言，语言在竞争上赢过了视觉-空间，就像保罗的视觉-空间赢过了计算一样。

心智功能可以迁移到另一边的大脑上，因为在发展的初期，大脑的两边是很相似的。一些婴儿的功能性核磁共振图显示新奇的声音是在两边脑处理的，两岁时，新奇的声音就到左边去处理了，这时左脑开始专门处理语音。格拉夫曼怀疑视觉-空间能力是否像语言一样，一开始时，是两边大脑都处理的，然后左边的处理被抑制住，因为右边处理得比较好。换句话说，每一个脑半球都有它的专长，但是这个专长并不是先天就固定的。我们学习某一项心智能力的年龄强烈地影响处理它的区域。在婴儿期，我们是慢慢地接触外面的世界，当我们学新技能时，比较合适的大脑区域因为还没有承担任何功能，就会被用来处理这个技能。

“这表示，”格拉夫曼说，“假如你去看100万个大脑的同一个地方，你会看到它们多多少少都负责处理同一种功能。”但是他又加了一句：“它们不见得是完全相同的区域，而且它们也不应该是，因为我们每一个人的生活经验都不同。”

抑制是大脑重要的工作

米歇尔的特殊能力和缺陷之间的谜被格拉夫曼的额叶研究解开了。他的研究让我们看到米歇尔为了生存所必须付的代价。前额叶是人类最特殊的地方，因为跟别的动物比起来，人类的前额叶要大多了。

格拉夫曼的理论是：在人类演化的过程中，前额叶皮质发展出撷取信息并长时间保存的能力，使人类可以发展出远见和记忆。左边的额叶专门储存个人事件的记忆，而右边的专长是抽取出主题，或从一系列事件中找出重点或组织成一个故事。

要有远见必须能从一系列还没有完全展开的事件中抽取主题。这对生命来说非常重要：知道老虎什么时候要扑上来，对我们祖先的生存很重要。有远见之人不需要经历整个事件就知道接下来要发生的是什么。

右前额叶受损的人没有远见。他们可以看电影，但是抓不到电影的主题，也看不出剧本故事要怎么走。他们没有办法做计划，因为计划需要把一系列的事件排列起来，使它们朝向想要的结果或目标。右额叶受伤的人也不能完善地执行计划，因为他们不能专注在重点上，很容易分心。他们在社交场合常常举止不恰当，因为抓不住社交互动的重心——社交互动也是一系列事件的组合。他们不太能了解隐喻和明喻，因为这也需要从许多细节中抽取重点或主题。假如一首诗说“婚姻是战场”，你必须知道作者的意思并不是说婚姻中真的有爆炸和尸体，而是指先生和太太的剧烈争吵。

所有米歇尔有困难的地方—抓住重点、了解格言、隐喻、观念和抽象的思考—都是右脑前额叶的功能。格拉夫曼用标准心理学测验证实了她在计划上有困难，在社交场合中分析出谁与谁的关系有困难，了解别

人的动机（这是抓住主题，应用到社交生活上的一个层面）有困难，在同理心及预见别人下一步的行为上都有困难。格拉夫曼认为她的缺乏远见增加了她的焦虑感，使她更难以控制她的冲动。从另一方面来说，她有“白痴天才”的能力，可以记住个别事件及它们所发生的日期，这是左前额叶的功能。

格拉夫曼认为米歇尔同样有相对应区域的功能取代现象，就像前面提到的保罗一样，但是发生的地区域是在前额叶皮质。因为我们通常是先学会记录事件的发生，才学会抽取它们的主题，所以事件的记录（这是左前额叶的功能）就抢先占据了她的右前额叶，使得主题的抽取根本没有机会发展。

我在见过米歇尔以后去访问格拉夫曼时，我问他，为什么她对事件的记忆比我们好这么多，为什么不是只有普通的能力？

格拉夫曼认为她的超强事件记忆能力可能是因为她只有一个脑半球。一般来说，两个脑半球会不停地沟通，不但告诉对方自己在做什么，同时还纠正对方的错误，规范对方，使对方不要妄自尊大，大脑用这个方法保持两边的平衡。但是假如一边脑半球受损，不再能抑制它的伙伴时，会怎么样呢？

加利福尼亚大学旧金山校区的米勒（Bruce Miller）医生描述了一个非常戏剧化的例子。米勒医生发现额颞叶心智退化症（frontotemporal lobe dementia）的病人如果是左边受损，他们就会失去了解词义的能力，但是同时会发展出不同寻常的艺术、音乐和押韵的能力（这项能力通常是在右颞叶和右顶叶处理的），他们变得非常会画细节。米勒认为左脑通常是个恶霸，抑制和禁止右脑。当左脑自顾不暇时，右脑未被压抑的能力就表现出来了。

格拉夫曼认为米歇尔超强的事件记忆是因为一旦事件的记录在她的右脑抢下了地盘，又没有左脑去抑制它，她对事件的记忆能力就大大增强了（一般人是一旦主题被抽取出来，细节就不重要，可以忘却了）。

因为大脑同时有千百件事情在进行，我们需要抑制、控制和调整的力量以维持我们心智的正常，不会发疯。这种抑制的功能在大脑中非常重要，没有它，我们的思想和行为会同时向四面八方进行。我们以为大脑病变最可怕的事情是把我们的某个认知能力清除掉，但是同样可怕的是大脑疾病会使我们表现出我们希望不存在的部分（人有一部分的自己是不希望被别人知道的）。抑制是大脑重要的工作，当我们失去抑制的能力时，自己不想要的欲望和本能统统都跑出来了，会使我们羞耻、发窘，破坏我们的人际关系和家庭。

几年前，格拉夫曼从医院拿到父亲的病历，中风使他父亲失去抑制的能力。他发现父亲中风的位置在右额叶皮质，正是他花了1/4世纪研究的区域。

米歇尔的天堂

在我离开之前，我去参观了米歇尔的心灵休憩之处。“这是我的卧室。”她很骄傲地说。房间漆成蓝色的，堆满了她所收集的填充玩具。在她的书架上，有几百本青春期少女所看的保姆俱乐部（Baby-Sitters Club）的书，她收集了全套伯纳特的影集。看到她的房间后，我开始想她的社交生活不知是什么样。卡洛告诉我米歇尔孤独地长大，没有朋友，她用书取代朋友。

她对米歇尔说：“你好像不希望有旁人在你身边。”有一个医生认为米歇尔有自闭症的行为，但她不是自闭症。我也可以看出来她不是自闭症。她很好奇，知道有别人来访，她很热情，跟父母的关系很好。她希望（应该说渴望）跟别人有联结，当别人不看着她的眼睛说话时，她会觉得受伤。这种情形在“正常人”遇见残障者时常常出现。

听到有人说她是自闭症，米歇尔发话了：“我认为是我喜欢独自一个人，因为这样我不会引发任何问题。”她有许多尝试跟别的孩子玩的痛苦回忆，他们也不知道如何跟像她这样残障的人一起玩，尤其是她对声音这么敏感。我问她有没有任何朋友是她一直保持联系的。

“没有。”她说。

“没有，一个都没有。”卡洛悄悄地说。

我问米歇尔，在8年级和9年级时，男女生来往更频繁时，她喜不喜欢去约会。

“没有，没有，我没有约会过。”她说她从来没有对哪一个男孩子倾心，她从来没有真正对男孩子有兴趣。

“你有没有梦想过你会结婚？”

“我想没有。”

她的喜好、品位和渴望都有一个主题。保姆俱乐部的书、伯纳特无伤大雅的幽默、收集的填充玩具以及我在她房间所看到的每一样东西都显示她处于发展上的一个阶段—性潜伏期（latency），这是在青春期风暴之前一个安静的时期。我认为米歇尔有许多潜伏的热情，我不知道缺少左脑是否影响她荷尔蒙的发育，虽然现在她是一个发育完全的女人。或许她的喜好是被保护长大的结果，或许她了解别人动机的困难使她退缩到一个世界去——在那里，人的本性是安静的，幽默是温和的。

卡洛和她先生都是热爱孩子的父母，他们认为在离开人世之前必须先替米歇尔做好打算。卡洛尽力安排其他的子女来照顾米歇尔，使米歇尔不必独居。她希望米歇尔能在本地的殡仪馆找到输入数据的工作。

卡洛有癌症。米歇尔的哥哥比尔出过很多意外，他妈妈形容他是追求刺激的人。他被选为橄榄球队长的那一天，他的队友把他抛在空中庆祝他当选，结果他头朝地摔下，摔断了颈子，很幸运的是，有一个第一流的外科医生团队救了他，使他免于全身瘫痪。当卡洛在告诉我，她怎样去医院告诉比尔这是上帝正在引他注意时，我看了看坐在旁边的米歇尔，她很平静、安宁，脸上挂着微笑。

“你在想什么，米歇尔？”我问道。

“我很好。”她说。

“但是你在微笑，你觉得这很有趣吗？”

“是的。”她说。

“我敢说我知道她在想什么。”卡洛说。

“什么？”米歇尔问。

“天堂。”卡洛说。

“是，我想是。”

“米歇尔，”卡洛说，“是个信仰虔诚的人，在许多方面来说，这是一个很简单的信仰。米歇尔对天堂有她自己的看法，当她想到天堂时，你就会看到那种微笑。”

“你晚上会做梦吗？”我问道。

“会，”她回答道，“有一点，但不是噩梦，大部分是白日梦。”

“梦到什么？”我问道。

“大部分梦到天堂。”

我请她告诉我她的梦，她开始兴奋起来。

“好，”她说，“有一些我很尊敬的人，我很希望这些人会住在一起，男生一边，女生一边，都很靠近，其中两个男人会同意让我跟女生住在一起。”她的父母亲也在那儿，大家都住在高高的公寓中，但是父母住在更低层，而米歇尔跟其他的女人一起住。

“她有一天告诉我这些。”卡洛说，“‘我希望你不要在意，但是我们都上天堂时，我不希望跟你住在一起。’我说，‘没问题。’”

我问米歇尔那些人有什么娱乐。她说：“就跟他们在度假时做的事一样，你知道，像玩游乐型的高尔夫球，不是工作的那些事。”

“那些男生和女生可以约会吗？”

“我不知道，我知道他们会聚在一起，但只是为了做好玩的事情。”

“你认为天堂有实质物品，像树和鸟吗？”

“噢，当然，另一个有关天堂的事是天堂所有的食物都是无油、无卡路里，我们可以吃所有的食物而不必付钱。”然后她又加了一句她母亲一直告诉她的，“在天堂人永远是快乐的，在天堂没有疾病，只有快乐。”

我看到那个微笑，满溢着内在的宁静。在米歇尔的天堂有着她所有渴望的东西：更多的人类接触，男女之间安全的人际关系，这一切带给她快乐。但是这一切都发生在往生以后，她会更独立，她可以在附近找到她所爱的父母，她没有疾病，也不会只有半个脑，她在天堂一切都没有问题，就像她现在在人间一样。

附录A　文化塑造的大脑　不但大脑塑造文化，文化也塑造大脑

脑跟文化之间的关系为何？

一般科学家的看法是人脑通过思想和行动，创造了文化。但是基于我们对神经可塑性的了解，这个答案就不再令人满意了。

文化不仅仅是被大脑所创造的，它也会通过定义一连串的行动塑造心智。《牛津英文字典》（Oxford English Dictionary）对“文化”的定义是：“耕耘或发展……心智、态度、行为等……通过教育和训练增进或完善心智、品位和风度。”我们通过各种不同的活动训练变得有文化，如民俗、艺术，跟别人互动，科技的运用，理念、信仰的习得，哲学观念的共享和宗教。

神经可塑性的研究让我们看到每一个实质的活动都会改变大脑及心智，这些活动包括身体上的活动、感官上的活动、学习、思考和想象。文化的想法和活动也不例外，我们的大脑因为我们从事的文化活动而改变，不论是阅读、研究音乐还是学习新的语言，都会改变大脑。我们每一个人都有被文化调节过的大脑，所以当文化演进时，它会持续改变我们的大脑。就像梅策尼希所说的：“我们的大脑在细节上非常不同，在文化发展的每一个阶段……每一个人都要学习复杂的新技能、新能力，这些都需要很大的大脑改变……我们每一个人在一生中都学会了我们祖先所发展出的技能和能力，这些技能和能力随着文化的发展越来越精细，从某种意义上说，这是通过大脑的可塑性重新创造了文化发展的历史。

所以，神经可塑性的观点对文化和大脑的看法其实是一条双向的马

路：大脑和基因创造文化，但是文化也塑造了大脑。有时这些改变是很戏剧化的。

海上的吉卜赛人

海上的吉卜赛人是在泰国西海岸，缅甸沿海热带岛群中游走的民族。他们是流浪的水上民族，孩子通常是还不会说话，便会游泳，有一半的人生是生活在船上，在公海中徜徉。他们的生、死都在船上，以采集蛤类和海参维生。他们的孩子可以潜水到30英尺深的海底去采集食物，包括很小的海洋生物。几百年来他们都是这样生活着，他们学会降低自己的心跳速率，以便能潜水更久，他们可以在海底停留的时间通常是一般人的两倍长。他们潜水时并没有用任何潜水设备，有一种海上吉卜赛人叫苏录人（Sulu），他们可以潜75英尺去采珍珠。

他们的孩子跟我们的孩子最大差别在于，他们不需要戴潜水镜就可以很清楚地看见海底的东西，大部分人在水底看不清楚东西，因为水中的折射率与空气中不同，阳光透过水时会产生折射，造成视觉偏差。

一位瑞典的研究者吉士林（Anna Gislén）请海上吉卜赛儿童在海底读扑克牌，发现他们比欧洲孩子的正确率高了两倍以上。这些吉卜赛的孩子学会了控制他们的水晶体（lenses），更厉害的是可以控制他们瞳孔的大小，缩小22%。这真是一个惊人的发现，因为人的瞳孔在海底其实是会变大的，而且过去常常认为瞳孔调节是先天设定、天生的反射行为，是由大脑和神经系统所控制的。

海上吉卜赛人在海底能够看东西的能力并非完全是基因上的关系。吉士林从那以后开始教瑞典小孩收缩他们的瞳孔在海底看东西，这是另一个大脑和神经系统展现意料之外的训练效果的例子，它竟然可以改变过去认为是固定、不可改变的神经回路。

文化活动改变大脑结构

海上吉卜赛人的海底视觉只是文化活动可以改变大脑神经回路的一个例子。在这例子里，我们看到一个新的、不可能的视觉改变。虽然研究者还没有扫描海上吉卜赛人的大脑，但现在已有别的研究显示文化活动可以改变大脑结构。音乐就对大脑有很多负荷，当一位钢琴家在演奏弗朗茨·李斯特（Franz Liszt）的帕格尼尼第六练习曲第十一变奏曲时，必须每分钟弹奏1800个音符，陶伯等人对音乐家的大脑扫描研究发现小提琴家练习得越久，他左手在大脑地图上占的地方就越大[1]。脑造影图显示音乐家的大脑有好几个地方（如运动皮质区和小脑）与非音乐家有显著的不同。在7岁以前学习乐器的音乐家，他们连接两个脑半球的胼胝体也比较大。

瓦沙力（Giorgio Vasari）这位艺术史学家告诉我们，当米开朗基罗（Michelangelo）画西斯廷教堂（Sistine Chapel）时，他搭了一个几乎跟天花板一样高的鹰架，站在上面画了20个月。瓦沙力写道："这个姿势非常不舒服，他要站着，头往后仰，所以他的眼睛受伤了，有好几个月，他只有在那个姿势才能读和看。"这可能是大脑重新组织了它自己，它使自己适应了只有在很奇怪的姿势下才可以看。瓦沙力的说法看来令人不敢相信，但是研究显示当请受试者戴颠倒的棱镜片，把世界整个翻转过来时，在很短的时间之内，受试者适应了，他们的大脑改变了，将视觉中心翻了过来，所以他们看外在世界不是正的了，甚至还可以阅读倒着拿的书。当他们把棱镜拿掉以后，他们看世界又是颠倒的，要重新适应才行，就像米开朗基罗一样。

并不是只有高层次的文化活动才会改变大脑的回路。伦敦出租车司机开车的年资越久，他们掌管空间地图的海马回后端就越大。即使休闲

的活动也会改变大脑结构，冥想者和冥想教师的脑岛（insula）比较厚，脑岛跟集中注意力的行为有关。

海上吉卜赛人跟出租车司机、冥想者和音乐家都不同，因为他们的文化是打猎-采集的文化，他们一生都在水面上度过，都拥有海底视觉的能力。

在所有文化中成员常做同样的行为，这叫作"文化的签名活动"（signature activities of a culture）。对海上吉卜赛人来说，这个活动是在海底看东西；对生活在信息时代的我们来说，阅读、写作、使用计算机和电子媒体是我们的签名活动。签名活动跟人类共有的活动（如看、听、走路）不同，共有的活动的特点是只要一点提示、一点鼓励就会发展出来，而且是全人类都有的，即使是那些少数在文化之外长大的人也有。签名活动则需要训练和文化经验，它使我们发展出一个新的、有特殊联结的回路。人并没有进化出在水底看得见东西的能力，我们祖先从水里爬上陆地时，把我们水生动物的眼睛，跟我们的鳞片及鳍都抛下了，我们进化出在陆地上看得清楚的能力。海底视觉并不是进化的礼物，大脑的可塑性才是礼物，这使我们可以适应各种不同的环境而生存下去。

[1] 拉小提琴是左手按弦，右手拉弓。——译者注

我们的大脑还停留在更新世吗

对于我们大脑可以作出各种不同的文化活动有一个很流行的解释，它是一群进化心理学家所提出的，他们认为人类大脑都有共同的基本模块（大脑中的区域）或硬件，这些模块发展成擅长执行不同特定文化作业，有的负责语言，有的负责求偶，有的负责分类等。这些模块在更新世（Pleistocene）时发展出来，大约是180万年前到1万年前，当人类以打猎-采集方式生活时，模块通过本质上没有改变的基因被传了下来。因为我们都共享这些模块，所以人性和心理的基本层面是全人类都具备的。然后这些心理学家又补充说，成年人的大脑在结构上自更新世以来就没有再改变过。这个补充说得太过头了，因为它没有把大脑的可塑性及一些基因的遗传性考虑进去。

打猎-采集的大脑跟我们现在的大脑一样有弹性，它绝对不是“陷在”更新世的时代动弹不得，而是能够随着生活情况的改变而重新组织它的文化结构和功能。事实上，就是因为它有改变调整自己的能力，我们才能从更新世中脱身，继续往前进化。这个历程被考古学家史蒂文·米森（Steven Mithen）叫作“认知的流动性”（cognitive fluidity）。我认为这个历程的机制就在于大脑的可塑性，我们大脑的所有模块在某个层次上都有可塑性，在一个人一生的经验中，可以被组合或分化来执行许多功能，就像帕斯科-里昂的实验，他把老师的眼睛蒙起来不到一个星期，就发现这些老师的视觉皮质可以处理声音和触觉了。要适应现代世界，模块一定要能改变，因为我们靠打猎-采集维生的祖先从来不曾接触过像我们现在生活的情境。有一个功能性核磁共振的实验显示，我们现在用来辨识汽车和卡车的模块跟我们用来辨识脸孔的是同一个模块。显然打猎-采集的大脑并不是进化来辨识汽车和卡车的，脸部辨识模块在处理形

状上是最有竞争力的：车灯很像人的眼睛，车的引擎盖很像人的鼻子，水箱透气格栅很像嘴巴，所以只要一点训练和结构的改变，有可塑性的大脑就可以用辨识脸的系统来辨识车子形状和种类了。

孩子用来阅读、写字和计算的大脑模块早在文字发明之前就已经进化出来了，因为人类文字的发明才几千年而已。文字的传播那么快，大脑不可能进化出以基因为基础的模块来处理阅读。毕竟在一个世代之内便可以教会本来是文盲的打猎-采集部落识字，而在这样短的时间内是不可能在全部落发展出阅读模块基因的。今天的孩子在学习阅读时，是重新经历一次文明的发展史。3万年前，人类学习在洞穴的壁上画图，画图需要视觉功能（处理影像）和运动功能（指挥手的运动）联结的形成和强化，到了公元前3000年左右，人类发明了象形文字（hieroglyphic），用一些简单、标准化的图形来代表外界的物体，这不是很大的改变，因为洞穴上的画也代表外界的物体。下一步，这些象形文字被转换成字母，拼音的字母首度被发明出来代表声音而不是视觉影像。这个改变需要处理字母影像的神经元、处理声音和意义的神经元以及移动眼睛的运动神经元全部联结起来共同完成一个功能。阅读的经验越多，这些回路的联结被强化得越多，阅读速度便越快。

梅策尼希和塔拉的实验就让我们知道可以在大脑中看到阅读的回路。这些带有特色的文化签名活动使得大脑的回路也带有特色，而这回路并不存在于我们祖先的大脑中。梅策尼希说："我们的大脑跟之前所有人类的都不同……因为我们的大脑发生了大幅度的改变，无论是生理上还是功能上，每一次我们学会一个新的技术或发展出一个新的技能都会改变它。大幅度的改变则与我们现代文化的专业化有关。"虽然因为大脑有可塑性，不是每一个人都用同样的大脑区域来阅读，但阅读还是有典型的神经回路在处理它，这是文化活动导致大脑结构改变的生理证据。

为什么人类变成了卓越的文化传承人

我们很自然会想知道：为什么是人类，而不是其他的动物，发展出了文化？其他动物的大脑也有可塑性，黑猩猩也有基本的文化形式，它们可以制造工具，也可以教下一代去使用工具，它们会用符号做基本的运算。但是它们所能做的非常有限。神经学家沙波斯基（Robert Sapolsky）指出这个答案其实在人与黑猩猩之间非常小的一点点基因上的差异。我们和黑猩猩共享98%的基因。人类基因体的解码使得科学家可以知道究竟是哪些基因造成人和黑猩猩的差别，结果发现有一个基因是决定我们应该有多少神经元的基因。我们的神经元基本上和黑猩猩一模一样，甚至和海蜗牛也一样。在胚胎时，所有的神经元都来自一个细胞，它分裂成二，再成四，再成八，等等。有一个调节的基因会决定什么时候这个分裂应该停止，人的这个基因与黑猩猩的不同。这个分裂的程序在人类身上一直进行，直到我们有1000亿个神经元后才停止。黑猩猩身上的这个程序停止较早，所以它们的大脑只有我们的1/3大。黑猩猩的大脑也有可塑性，但是我们跟它们之间神经元数量上的差异造成了神经联结成等比级数的差异，因为每一个神经元可以有几千个神经元的联结。

诺贝尔生理学或医学奖得主埃德尔曼指出：光是人类皮质就有300亿个那么多的神经元，可以产生1000兆的突触联结。埃德尔曼写道：“假如我们考虑所有可能的神经联结，看到的会超越天文数字：10后面至少有100万个零（目前宇宙已知有10后面79个零那么多的粒子）。这个数字解释了为什么人类的大脑可以被称为宇宙间最复杂的已知物体，这也是为什么它可以不停地、大量地做微结构的改变，能够做这么多不同的功能和行为，包括不同的文化性行为。

改变大脑结构的非达尔文方式

在大脑的可塑性发现之前，科学家都认为改变大脑唯一的方式是经由物种的进化，而物种进化是需要千百万年的。现代达尔文进化的理论认为新的生物大脑结构上的改变来自基因的突变，假如某个突变有生存上的价值，就很可能传到下一代去。

但是可塑性创造了另一个新的方式：在基因突变之外，引进了一个用非达尔文主义的方式改变个体大脑结构的新方法。当父母亲阅读时，他们大脑的微层次结构就改变了。父母可以教孩子阅读，阅读也改变了孩子大脑的结构。

大脑的改变可以有两种方法：模块之间神经回路的精细改变以及原始打猎-采集大脑模块的改变。因为在有可塑性的大脑中，一个区域或大脑功能的改变会流动（flow）到整个大脑，改变跟它联结的所有模块。

梅策尼希的实验显示听觉皮质的改变，即增加神经元发射的速度，引起跟它有联结的额叶改变。他说："你不可能只改变主要听觉皮质区而不改变额叶皮质区。这是完全不可能的事。"大脑并没有一套只能用在某一部分的可塑性规则，又有另一套只能用在另一部分的可塑性规则（假如是这样，大脑的不同部位就不能互动了）。当两个模块因为文化活动而以新的方式联结在一起时（如阅读将不曾连在一起的视觉和听觉模块连起来），这两个功能的模块都因为这个联结而改变，创造出一个新的整体，其功能大于个别功能的总和。结合大脑可塑性和功能区域特定论的观点，是把大脑当作一个复杂的系统，就像埃德尔曼所说的：小的大脑部件形成一个成分混杂的大部件，这些小部件或多或少都有相当的独立自主性。但是当这些部件互相联结，变成更大的模块群时，它们的功

能会相互组合在一起，得出一个跟组合的层次有关的新功能。

同样地，当一个模块失败时，也会牵连到跟它联结的模块。当我们失去一种感官（如听力）时，其他的感官会变得更活跃、更正确，以补偿这个模块的损失。它们增加的不只是处理的量，同时也改变了质，使现存的模块变得比较像失去的那个。专门研究可塑性的内维尔（Helen Neville）和劳森（Donald Lawson）发现聋哑人周边视觉能力比较强，用来补偿他们听不见远处车子接近的声音，他们的研究是测量神经元的发射率来决定大脑哪些地方活化了。听力正常的人用大脑顶叶来处理周边的信息，而聋哑人用他们的视觉皮质来处理周边的信息。大脑模块的改变（这里是减少输出）导致另一个模块结构和功能的改变。所以聋哑人的眼睛就变得像耳朵一样，更能注意到周边发生的事情。

可塑性与升华：如何使我们动物的本性文明化

一起工作的模块会相互影响的原则，或许可以解释我们为何可以将猎食和支配的残忍本能（这是本能模块在负责的）与认知-大脑皮质的倾向（这是智能模块所负责的）综合起来，使我们在运动或竞争性的游戏中，如国际象棋或艺术的竞赛中，表现出既有本能，又有智慧，集二者于一身的行为。

像这样的活动叫作升华（sublimation）。这是一个很神秘的历程，残忍的动物本能可以被文明化。升华是怎么发生的，没有人知道。父母教养孩子就是使孩子文明化，教他们怎么把动物的本性通过规范的方式转换成别人可以接受的表达方式，例如身体接触的运动、下棋或电脑游戏、戏剧、文学和艺术。在攻击性的运动中，如足球、冰上曲棍球、拳击和橄榄球，球迷加油的方式通常是残忍野蛮的喊叫（“杀他！扁他！把他生吞活剥！”），但是文明的规则修正了这种本能的表达方式，所以球迷支持的队伍赢了的话，他们就会满足地离去。

100多年以来，受到达尔文进化论的影响，很多人都认为我们体内有野蛮残忍的动物本性，但是他们不能解释为什么这些本能会升华。19世纪的神经学家如杰克逊（John Hughlings Jackson）及弗洛伊德，根据达尔文的进化论，把大脑分成“低等”部分（这是我们跟动物一样有的大脑部分，专门处理残忍动物本性的地方）以及“高等”部分（这部分是人类所独有的，可以抑制我们残忍野蛮本性的表达）。的确，弗洛伊德文明是建立在被压抑的性和攻击本能上的。他也认为我们在压抑这些本能上会太过头，导致神经官能症（neurosis）的病态行为出现[1]。理想的解决方式就是找出让这些本能可以为大家接受的表现方式，最好还能被其他人类所奖励。这是有可能的。因为这些本能本身也有可塑性，可

以改变它们的目标。弗洛伊德把这个历程叫“升华”，但是他自己也承认，他从来没有解释升华是怎么发生的，本能是怎么转换成比较理智的文明动作的。

可塑性的大脑解决了升华发生之谜。进化来从事打猎-采集生存方式的行为，如追踪猎物，可以被升华为竞赛性的运动，因为我们的大脑演化来把不同的神经元和模块以新奇的方式联结在一起。没有什么理由大脑本能部分的神经元不能跟认知皮质的神经元联结在一起，再连到我们的快乐中心，从而形成新的整体。

这个新整体比组成它的部件总和还多，也跟组成它的部件不同。梅策尼希和帕斯科-里昂都认为大脑可塑性的一个基本原则是当两个区域开始相互组合在一起时，它们彼此影响而形成一个新的整体。当一个本能（如追踪猎物）跟一个文明的动作（如把对方的国王逼到国际象棋棋盘的角落）连在一起时，在大脑中本能的神经回路也会跟文明智慧的神经回路连在一起，下棋仍然有打猎时那种兴奋的情绪，但是它不再是嗜血的追踪。低等的本能大脑跟高等的皮质大脑的二分法开始消失。当低等和高等互相转换沟通而形成一个新的整体时，我们把它称为“升华”。

文明是一系列的技术进步，在进步过程中，打猎-采集的大脑教导它自己、重组它自己。文明是高等和低等大脑功能组合的一个悲哀的证明就是：当文明崩溃时，会产生内战，残忍的动物本性就会跑出来，奸淫掳掠、杀人放火变成普遍的行为。因为可塑性的大脑永远都允许结合在一起的功能再分开，所以退回到野蛮永远都有可能，因此文明必须代代相传，持续不断。

[1] 有一个方式可以很好地区分出神经官能症和精神病（psychosis）：神经官能症的人知道一加一等于二，但是他不喜欢这个结果；精神病的

人不承认一加一等于二，他认为应该是三；前者仍保有世界的真实性，后者已失去了真实性。——译者注

夹在两个文化中间的大脑

被文化所影响的大脑当然也受到可塑性矛盾的规范（见第9章），我们可能更有弹性，也可能更为僵化，这是现在多元文化的世界所面临的一个主要问题。

迁移（移民）对有可塑性的大脑来说是件痛苦的事。学习一种文化是一个有益的经验，学新的东西，可以使新的神经元联结，并使神经元成长。但是可塑性也可能有削减的效果，它可以把神经剪掉，例如青春期时，大脑修剪掉没有跟其他神经联结过的神经元，也将没有再用到的神经回路修剪掉。每一次有可塑性的大脑学习新的文化，而且一直用它，这时都要付出代价：大脑会失去一些既有的神经结构，因为可塑性是很有竞争性的。

西雅图华盛顿大学（University of Washington）的库尔（Patricia Kuhl）教授做了一个脑波的实验，显示婴儿可以听出人类几千种语言中任何语音的差异。但是一旦听觉皮质发展的关键期关上门后，在单一文化中长大的婴儿就失去了辨识这些语音的能力，没有再用到的神经元就被修剪掉了。最后，这个文化所使用的语言决定了大脑地图。现在这个大脑会过滤掉几千种的声音，把它认为不相干的都去除以节省大脑处理的能源。日本6个月大的婴儿可以分辨英文中的r跟l的差异，表现得跟美国婴儿一样好，到1岁时，日本婴儿就不会了。假如这个婴儿长大后，移民到美国，他对分辨英文的r和l音一样有困难。

移民对成年的脑而言，是一个无止境的辛苦工作，需要大量的神经元重新组合，也需要大量的皮质资源。它比学习一种新事物困难得多，因为新的文化在与关键期就发展好的母文化进行神经回路上的竞争。要

成功融合到新文化中至少要经过一代，当然也有例外。只有还在关键期内就接触到新文化的孩子才会觉得移民不那么混乱和受创伤。对大多数人来说，文化的冲击就是大脑的冲击。

文化的差异性很难克服，因为当我们习得我们的母文化时，它被联结到我们大脑中，变成“第二本能”，就像我们天生而来的许多本能一样自然。文化所带来的品位差异（在食物上、在家庭形态上、在感情上、在音乐上）常被认为是“自然”的事，虽然它们其实是学习而来的。我们的非语言沟通方式对我们来说是很自然的，因为它们深深设定在我们的大脑中，例如我们应该跟别人站得多近，说话时该以怎样的韵律和音量，别人谈话时，我们要等多久才能去打断它，这些都跟我们从小的学习有关。当我们改变文化时，会惊讶地发现这些习俗根本就不是天生的，即使我们做最小的改变，如搬到一栋新房子里去，就会发现这么基本的空间感觉竟然都要花时间去学习。我们过去认为理所当然的、天生就有的空间移动方式现在都得慢慢改变，因为我们要等大脑重组它自己。

感官和知觉的可塑性

“知觉学习”是大脑对如何更敏锐地知觉事物的学习，如海上吉卜赛人的例子，在这个过程中会发展出新的地图和新的结构。知觉学习也有以可塑性为基础的大脑结构改变，我们在前面看到梅策尼希的Fast ForWord可以帮助有听觉分辨困难的孩子，其实就是帮助他们发展出更精致的大脑地图，使他们可以清楚地听到正常说话速度的语言。

过去我们都假设人类是通过每个人都有的知觉器官在吸收文化，但是知觉学习让我们看到这个假设并不完全正确。其实，文化决定了我们能知觉到和不能知觉到什么。

最早想到大脑可塑性可以改变我们对文化看法的人包括加拿大的认知心理学家梅林·唐纳德（Merlin Donald）。他在2000年提出文化会改变我们功能性的认知结构，他的意思是说，就像学习阅读和写字，心智功能要重新组合。我们现在知道心智功能要改变，生理结构也必须改变才可以。唐纳德认为复杂的文化活动，如文学和语言，改变了大脑的功能，但是我们最基本的大脑功能（如视觉和记忆）是没有改变的。“没有人认为文化会改变视觉的基本机制或基本的记忆容量，但是，文学的功能性结构不能改变就显然是不对的，语言的功能性结构不能改变可能也是不对的。”他说。

而几年以后，我们可以看到就算是视觉处理和记忆容量这些基本的大脑功能，在某种程度上也是有神经可塑性的。文化可以改变基础的大脑活动（如视知觉）是一个非常前卫的看法。尽管几乎所有社会科学家，如人类学家、社会学家、心理学家，都认为不同文化对世界的解释不同，但是大部分的科学家和外行人几千年来的假设，就像密歇根大学

（University of Michigan）的社会心理学家理查德·尼斯贝特（Richard Nisbett）说的，“一个文化中的人和另一个文化中的人信仰不同，这些不同不可能来自他们有不同的认知历程，而一定是来自他们接触到不同层面的世界或接受了不同的教导。”20世纪中叶最著名的欧洲心理学家皮亚杰（Jean Piaget）以欧洲儿童为研究对象，发现每个人的知觉和推理在发展上的进度是一样的，而且这个历程是有普遍性的。没错，学者、旅行者及人类学家很早就观察到东方人（受到中国文化的影响）和西方人（受到希腊文化的影响），看东西的方式是不同的，但是科学家假设这个不同是来自对同样东西的解释不同，而不是在知觉器官和结构的微层次上有所不同。

例如，我们常说西方人用“分析”的态度来看事情，把所看到的东西分解成个别的零件，从零件的成分开始了解。东方人喜欢用整体的态度去看事情，强调部件之间的交互关系，他们看的是整体，不是零件。人们也说西方的分析法和东方的整体观可以反映在大脑的两个半球上，两者是平行的，左半球更倾向于序列性和分析性的处理，右半球则更倾向于同时性和整体性的处理。这些看待事情方法上的不同是因为解释上的不同，还是东方人和西方人看的事情本来就不同？

这个答案并不清楚，因为几乎所有的知觉研究都是西方学者用西方人做的，即大多数研究是用美国的大学生为受试者，直到尼斯贝特采用实验来比较美国、日本、中国、韩国的学生在知觉上有无不同。但他其实认为不论哪国人看事情的方式和推理方式都是相同的，所以并不情愿这样做。

在一个典型的实验中，尼斯贝特的日本学生增田（Take Masuda）给日本和美国学生看8段鱼在水里游的动画。每一段动画都有一只主角鱼，或游得比较快，或体型比较大，或颜色比较鲜艳，它比其他一起游

的鱼特殊，更引人注意。

当实验者要受试者描述刚刚看过的动画时，美国人会更多地描述主角鱼，日本学生则会注意到比较不显著、不突出的鱼，以及背景的岩石、植物和其他动物等，日本学生在这些方面的描述比美国学生多了70%。然后实验者把这些物体单独抽出来给受试者看。美国人不管是否在原始的情境，都一样能辨认出这些物体；日本人是在原始的情境中辨识才比较好，他们看物体是和它的背景连在一起看的。尼斯贝特和增田同时也测量受试者的反应时间，看他们可以多快辨识出物体来。这个测验是想知道他们的视觉处理过程有无自动化。当物体被放在一个新的背景中时，日本人会犯错，美国人则不会。这些知觉的层面不是由我们的意识系统所控制的，它取决于受过训练的神经回路和大脑地图。

这些和其他类似的实验证实了东方人对整体的知觉性高，看东西时是看它和背景的关系或它和其他事情的关系，而西方人看事情是单独看。东方人看东西是从广角镜头看出去，而西方人是用窄但聚焦清楚的镜头来看。从我们对可塑性的了解可以知道如果用不同的方式来看事情，每天重复几百次的大量练习一定会改变跟它有关的神经网络。如果用高分辨率的扫描仪器在东西方人感觉和知觉东西时去扫描他们的大脑就可以解开这个问题了。

尼斯贝特团队后来的实验确认当人们改变文化时，他们是学习用新的方式去知觉。在美国住了好几年后的日本人看东西的方式开始跟美国人一样，所以，这种知觉上的差异很明显不是来自基因。生活在美国的亚洲移民的孩子看事情的方式反映出两种文化，因为他们在家里受到东方文化的影响，在学校受到西方文化的影响。他们有时以整体的方式去处理信息，有时却聚焦到特别突出的物体上。有一个研究显示在两个文化中长大的人在东方和西方的知觉中转换，不停地改变他们的知觉方

式。中国香港是处于英国和中国文化的影响之下的，我们可以用实验的方法，给受试者看米老鼠或美国首都的图片，诱发他偏向西方的知觉方式，用庙或龙的图片来诱发他偏向东方的知觉方式。所以尼斯贝特和他的同事是第一个用实验的方法显示“跨文化”知觉学习的科学家。

文化可以影响知觉学习的发展，因为知觉不是一件被动的事，不是如一般人假设的那样从下而上（bottom up）的历程，不是当刺激从外面世界接触我们的感官细胞时，感受体把这信号传到较高的知觉中心而已。事实上，大脑的知觉是主动的，永远在调整它自己。触觉需要行动，我们会用手指去滑过物体的表面以决定它的材质和形状，视觉也是，一双静止不动的眼睛是不可能看到复杂的东西的。我们的感觉皮质和运动皮质都在知觉上扮演着重要的角色。神经科学家法尔（Manfred Fahle）和托马索·波吉奥（Tomaso Poggio）已经用实验证明高层次的知觉会影响低层次大脑感官部分的神经可塑性。

不同文化在知觉方式上的差异并不能证明一个知觉的行为会跟下一个行为一样好，或是说在知觉上每件事都是差不多的。显然在某些情境，我们需要比较窄的视角，有些情境则需要广角镜头、比较整体的看法。海上吉卜赛人用他们对海的经验及整体的知觉两者的组合来生存。他们对海洋的情景如此熟悉，当2004年12月26日海啸发生时，他们存活了下来（那次海啸重袭印度洋国家，死了20几万人）。他们看到海水不正常地退去，大象开始往高处爬，他们听到蝉突然不叫了。海上吉卜赛人开始告诉族人他们祖先传下来的有关吃人海浪的故事，告诉族人，吃人的海浪又来了。在现代科学还不知道怎么回事之前，他们纷纷弃舟上岸，往最高的山头爬。他们所做的只是把所有不寻常的事件放在一起来看，用一个非常大的广角镜来看整个事情，这个能力即使用东方的标准，也是很特殊的，受到分析科学方法论影响的现代西方人更加做不

到。的确，当海啸发生时，缅甸的渔人也在海上，他们就没有存活下来。有人问一位海上吉卜赛人，缅甸的渔人也是一样熟悉海，为什么他们没有逃过此劫？

这个人回答："他们在看鱿鱼，他们没有在注视（look at）任何东西，所以他们什么都没有看（see）到，他们不知道该怎么注视。"[1]

[1] look和see在中文虽然都是看的意思，在英文中的意思不同，look是主动搜寻，see是被动接受。——译者注

神经的可塑性与社会僵化

耶鲁大学（Yale University）的精神科医生及研究者魏克斯勒（Bruce Wexler）在他的《大脑与文化》（Brain and Culture）一书中认为当我们年纪大时神经的可塑性会相对减少这个事实，可以用来解释很多社会现象。在童年时，大脑随时因外面世界塑造它自己，发展出神经心理的结构，这些结构中包括我们对世界的看法。这些结构形成我们知觉学习和信仰乃至复杂理念的神经基础。就像所有的可塑性现象，这些结构常在很早就被强化，假如一直重复的话，它就可以自我维持。

当我们年纪大了，可塑性下降时，要我们改变自己去适应外面的世界就越来越难了，即使我们愿意做，也常心有余而力不足。我们喜欢熟悉的刺激，我们去找有相同想法的人做朋友，研究显示我们倾向于忘记、忽略、不相信跟我们信念不合的证据，因为用不熟悉的方法去知觉或思考这个世界是很困难、很费精力的事。所以老年人就会保存他内在已有的结构，当内在的认知神经结构跟外在世界有不相符的地方时，他会想办法去改变世界。他开始去经营他的环境，去控制它，使它变得熟悉。但是这个过程常常使整个文化团体想把他们对世界其他文化的看法强加于别人头上，而因此变得暴力，尤其是在现代世界地球村的情况下，不同文化的人变成了邻居，加剧了这个问题。魏克斯勒的看法是：我们所见到的跨文化冲突其实是大脑可塑性下降的后果。

我们还可以加上一句，极权主义的政府有个直觉，即过了某个年龄，人就非常难改变了，这就是为什么极权主义政府要很早就开始用教条为小孩子洗脑。

魏克斯勒是说在我们年纪大时，可塑性会有相对的退减。但某些宗

教团体用洗脑的方式让我们看到有时个人的自我概念在成人后仍然可以被改变，即使这个人并不愿意改变，他也没有办法，因为洗脑遵循了神经可塑性的规则。人们可以破坏也可以发展（或至少是外加）认知神经结构，假如能控制他们100%的日常生活行为的话，就可以用奖励、严厉惩罚及大量练习的方法来达到这个制约的目的，例如强迫他们每天大声重复或在心中复诵各种教条。有的时候，这个过程可以使他们“去学习”以前的心智结构，如弗里曼所见的。假如成人的大脑没有可塑性，这些不愉快的结果就不可能出现。

媒体如何重新组织大脑

互联网只是现代人可以在上面进行几百万个“练习”的东西之一。1000年前的人绝对不可能想象这个东西的存在，我们的大脑已经被互联网大大地重新塑造过了。不过我们的大脑也受到阅读、电视、视频游戏机、现代电子仪器、现代音乐及现代工具的影响，而重新组织了。

—梅策尼希，2005年

我们讨论了为什么大脑的可塑性没有早一点被发现的几个原因，例如缺少观察的窗口、大脑功能区域特定论简化版的出现，但是还有一个原因我们没有看到，这个原因跟文化影响的大脑关系很大，就如同唐纳德所写的，几乎所有的神经科学家都把大脑看成一个孤立的器官，好像一个放在盒子里的东西。他们相信“心智存在于大脑，也完全在大脑中发展，它基本的结构是来自生物的规则（基因）”。行为主义者和很多生物学家都很支持这个看法。唯一反对这个看法的是发展心理学家，因为他们大致知道外在的影响可以伤害大脑的发展。

看电视是一个我们文化的签名活动，它与大脑问题有关。最近一项研究调查了2600名刚会走路的婴儿，发现1~3岁时看电视的行为，与后来入学后的注意力缺失、冲动控制及纪律问题有关。刚会走路的婴儿每天看电视的时间每增加一小时，他们在7岁时有注意力缺失问题的概率就会多增加10%。如心理学家尼葛（Joel T.Nigg）所说，这个实验中有些会影响看电视行为及以后注意力缺失之间相关的可能因素并没有完全被控制。我们可以说有注意力缺失孩子的父母更经常把孩子放在电视机前面，才是真正的原因。即便如此，这个实验结果还是很有参考价值，因为现在美国看电视的人口正在增加，应该再做实验厘清。调查发现美

国两岁以下的儿童有43%每天看电视，有1/4的儿童房间里有电视，在电视普及化20年之后，小学老师开始注意到学生变得更加焦虑不安、坐不住，要他们上课注意听越来越困难。希利（Jane Healy）在她的书《遭受危险的心智》（Endangered Mind）中指出这些改变是孩子大脑可塑性改变的后果。当这些孩子进入大学后，教授抱怨必须把课程改得更简单才行。因为现在学生越来越喜欢视频剪辑（sound bites），而害怕任何长度的阅读。同时，这些问题被“分数膨胀”（grade inflation）所遮掩，又因学校推行教室计算机化而更加速恶化，这个计划使学校的注意力放到如何增加计算机的速度的容量，而忽略了增加学生注意力的广度和记忆的容量。哈佛精神科医生哈洛威尔（Edward Hallowell）是注意力缺失症（attention deficit disorder，ADD）的专家，他把这个毛病链接到电子媒体上，认为现代人口中的注意力缺失症的增加不是先天基因上的问题而是电子媒体的问题。罗伯森（Ian Robertson）和欧康奈（Redmond O’Connell）用大脑练习来治疗注意力缺失的孩子，效果似乎不错，我们有理由对治疗这个症状抱有希望。

大部分人认为媒体所制造的危险是来自媒体的内容。但是在20世纪50年代首先作媒体研究的马歇尔·麦克卢汉（Marshall McLuhan）曾经早在互联网被发明出来之前20年，就预测媒体会改变我们的大脑，不管它的内容是什么。他最有名的一句话是“媒体就是信息”（The medium is the message）。麦克卢汉认为每一个媒体都用它特殊的方式重新组织我们的大脑和心智，而重新组织的后果远比内容和信息的效果更严重和更具杀伤力。

卡内基梅隆大学（Carnegie Mellon University）的迈克尔（Erica Michael）和佳斯特（Marcel Just）做了一个大脑扫描的实验来看媒体是不是信息。他们知道大脑处理听跟读是在不同的区域，听和读有不同

的理解中心。佳斯特说："大脑从读和听所建构的信息有所不同，其中的含义是媒体是信息的一部分。听一本有声书跟阅读那本书所留下的记忆是不同的，在收音机上听到新闻跟在报纸上读到同样一则新闻，虽然是同样的话，但处理的过程不同。"这个发现反驳了对理解的一般理论。一般理论认为大脑中有单一的理解中心来理解话语，不论信息是怎么进入大脑的（经由什么感官或什么媒介都没有关系），都会在同一地方，接受同样的处理。迈克尔和佳斯特的实验显示不同媒介会创造不同的感觉和意义的经验——我们可以再加上一句，在大脑中发展出不同的回路。

媒介的变化会导致我们个别感官平衡上的改变。增加某一些，就得牺牲另一些，麦克卢汉认为史前时代的人生活在一个听觉、视觉、触觉、嗅觉和味觉都自然平衡的情境里，文字的发明使史前时代的人从声音的世界转移到视觉的世界，因为他们从说话转移到阅读；打字和印刷加快了这个过程。现在电子媒体又把声音带回来了，从某些方面来说，重新恢复了原始的平衡。每一个新的媒介都会创造出一个独特的觉知形式，在这个形式里，有些感觉升级了，有些被降级了。麦克卢汉说："我们感官的比例改变了。"我们从帕斯科-里昂对受试者眼睛的研究知道感官的重组发生有多快了。

要说一个文化的媒介（如电视、收音机或互联网）改变了感官的平衡，并不表示它就是有害的。电视和其他电子媒介，如音乐录像带和电脑游戏，带来的坏处来自它们对注意力的影响。儿童和青少年坐在打架或打仗的电脑游戏前专注于大量的练习上，而且得到很多奖赏。像网络A片一样，视频游戏完全符合大脑可塑性地图改变的所有条件，伦敦哈默-史密斯医院（Hammer-smith Hospital）的研究团队设计了一款典型的电脑游戏，一部坦克车里面有个人会对敌人射击，同时躲避敌人的炮火。这个实验显示在玩这个游戏时，多巴胺会在大脑中大量分泌。多巴

胺是奖赏的神经传导物质，会上瘾的药物也会引发多巴胺的分泌。对游戏上瘾的人有其他上瘾行为的所有症状：一停下来就渴望再打，忽略所有其他的活动，在电脑前就进入极乐境界，会否认或低估他们打游戏的时间。

电视、音乐录像带和视频游戏都是用电视技术展开一个比真实生活更快速的虚拟世界，而且现在的游戏越来越快，这使得人们发展出对高速的胃口。电视媒体的呈现形式如剪接、放大、移动拍摄、缩小俯视和突然出现的噪声改变了大脑，因为它活化了巴甫洛夫所谓的“定位反应”（orienting response）。当我们感觉到身旁的世界突然改变，尤其是突然的动作，我们会本能地停止原来在做的事，将注意力转到会动的东西上面。定位反应会进化出来最主要的原因是我们的祖先既是猎食者，也是猎物，必须对可能是危险的环境作出立即的反应，也需要对提供食物或性的机会作出立即的反应。这个反应是生理上的，会有4～6秒的心跳速率降低的情形。电视会引发这种反应，而且比我们在日常生活中所体验到的快很多，这是为什么我们的眼睛会一直盯着电视屏幕看，移不开，即使在跟别人说话也是一样。这也是为什么人们看电视的时间会比原先计划的时间长。因为音乐录像带、连续镜头及电视的广告每一秒都引发定位反应，因此看它们会使我们持续不断地在定位反应之中，没有机会休息。难怪人们觉得看完电视后更累了。然而，我们已经习得了对它的胃口，觉得比较慢的改变很无聊，我们付出的代价是觉得阅读、深度的谈话和聆听演讲都变得更困难了。

麦克卢汉的洞见是他看到了传播媒体既扩大又向内破坏我们的大脑地图。他的第一个媒体法则是所有媒体都是人各个层面的延伸：当我们用纸和笔去记录我们的思想时，写作延伸了我们的记忆；车子延伸了我们的脚；衣服延伸了我们的皮肤；电子媒体延伸了我们的神经系统（电

报、收音机、电话延伸了我们的耳朵；电视台的摄影镜头延伸了我们的眼睛；电脑延伸了我们中央神经系统的处理能力）。他认为这些延伸我们神经系统的过程同时也改变了它。

媒体向内进入我们、影响我们的大脑这件事是比较不明显的，但是我们已经看到很多例子了，当梅策尼希和他的同事设计耳蜗移植时，他是把声音译成电流的脉冲，通过这个媒介，病人的大脑重新组织它自己，使它可以听得见这些神经脉冲。

Fast ForWord也是一个媒介，就像收音机或双向互动的计算机游戏一样，它转换语言、声音、影像并在这过程中快速地重组大脑。当巴赫-利塔把摄影机接到盲人身上时，盲人可以看到形状、面孔和方向角度，他显示神经系统可以变成一个更大的电子系统。所有的电子仪器都重新组织了大脑。在电脑上打字的人常不知道该怎么用手写字或口述，因为他们的大脑不是设定来将思想转换成快速手写文字，或转换成快速的口语。当电脑崩溃了，人们也会有些许精神崩溃（nervous-breakdown），他们说："我觉得我要发疯了"（I fell like I have lost my mind）。那是有几分真实性在内的。当我们用电子媒介时，我们的神经系统向外延伸，而媒介向内延伸。

电子媒体在改变神经系统上非常有效率，因为两者都以相同的方式工作，而且基本上是兼容的，所以很容易联结。两者都包含实时的转换，将电子信号转译形成联结。因为我们的神经系统有可塑性，可以改变，它可以利用这个兼容性与电子媒体结合在一起，变成一个单一的、更大的系统。的确，这个系统的本性就是要产生联结，不论它是生物的还是人造的系统。我们的神经系统是一个内在的媒介，从身体的一个部位传递信息到另一个部位去，它进化来为我们这样的多细胞生物做电子媒介为人类所做的事，即将不同的部位连在一起。麦克卢汉用玩笑的方

式来表达这个神经系统的电子延伸。他说："现在人类开始把他的大脑放在脑壳外面，把他的神经放在皮肤外面。今天，在100年的电子科技之后，我们把中央神经系统延伸到整个地球，就我们星球来说，已废弃了时间和空间的概念。"空间和时间被废弃是因为电子媒介可以立即联结到很远的地方，产生我们所谓的"地球村"。这种延伸能够发生是因为我们有可塑性的大脑可以把它自己和电子系统整合起来成为一个系统。

附录B　可塑性和理念的进步

大脑有可塑性的想法在以前就曾出现过，只不过像闪电一样，马上又消失了。虽然它到现在才被主流科学接受是一个事实，但其早期的出现的确留下过痕迹，使后人比较容易接受这个观念，即使每一个神经可塑性专家都从他的同事那里遭受到巨大的反对力量。

最早在1762年，瑞士的哲学家让-雅克·卢梭（Jean-Jacques Rousseau）就不赞成当时对大自然的机械看法，他认为大自然是活的、有历史的、依时间而改变的。我们的神经系统也不是机械，也是活的，也会改变。在他的书《爱弥儿》（émile，or On Education）（它是世界上第一本详细的儿童发展的书）中，他提出“大脑的组织”会受到我们经验的影响，我们需要“训练”我们的感官和心智能力就像我们训练肌肉一样，卢梭认为即使我们的情绪和热情也是很早在童年就学习了。许多我们认为是固定的人性其实是可以改变的，而这个可塑性正是人格特质的定义，所以他相信教育和文化可以转变一个人。他写道：“要了解一个人，去看其他的人（因为物以类聚），要了解人类，去看动物（因为人是从动物演化而来的）。”当他比较人类和其他动物时，他看到他所谓的人类的尽善尽美性（perfectibility）（这使得这个字的法文perfectibilité变成流行的词）可以用来形容某个特定的人类可塑性，这个可塑性使我们与动物区分开来。动物出生几个月之后，大部分的身体器官都长好了，以后一辈子都是这个样子，但是人类一辈子都在改变，因为人有变得完美的能力。

他认为是我们的尽善尽美性使我们发展出不同的心智器官，并且改变既存心智器官之间的平衡。但是这可能也会变成问题，因为它中断了我们感官之间的自然平衡。因为我们的大脑对经验非常敏感，它也很容

易受到经验的伤害。像玛丽亚·蒙台梭利（Maria Montessori）那样强调感官教育的幼儿学校就是源自卢梭的观察。他也是麦克卢汉的前辈，麦克卢汉在几百年之后，认为某些媒体和科技会改变感官之间的平衡和比例。当我们说实时的电子媒介、电视、音响，创造出超级紧张、挂满了电线、注意力很短的人时，我们用的就是卢梭的语言，我们在讲一个新的环境问题，这个环境干扰我们的认知。卢梭也很关心我们感官之间的平衡，我们的想象力会被错误的经验种类所干扰。

1783年，查尔斯·邦纳（Charles Bonnet，1720——1793）这位近代的卢梭，他在很多地方跟卢梭很像，也是瑞士的哲学家、自然学家，对卢梭的作品都很熟悉。他写信给意大利科学家马拉卡尼（Michele Vincenzo Malacarne，1744——1816），提出神经组织对训练的反应可能就像肌肉一样。马拉卡尼用实验去测试邦纳的理论，他将同一窝的鸟分开抚养，一半在很丰富刺激的环境中养大，每天都接受训练，另一半不接受任何训练，这样过了好几年，然后把鸟杀死，比较它们大脑的大小。他发现接受训练的鸟，脑比较大，尤其在小脑的地方，这表示丰富的环境和训练可以影响发育中的脑。他也对狗做了同样的实验，结果也是一样。马拉卡尼的研究成果被人忘记了，直到罗森威格等人在20世纪重做这个实验，他的名字才再度被人提起，才给了他应有的荣耀。

尽善尽美性：利弊参半

卢梭死于1778年，虽然他未能亲眼看到马拉卡尼的实验结果，但他有超人的能力去预测尽善尽美性对人类的意义。他提供了希望，但不全然是福气。因为虽然我们可以改变，但我们却不知道哪些是天生的，哪些是后天文化所习得的。因为我们可以改变，所以我们会被文化和社会过度塑造，假如我们从本性漂流太远，就会变得与自己疏离。

当我们因人性可以改善而浸淫在快乐的气氛中时，人可以变得完美的这个想法捅了道德问题的马蜂窝。

早期的思想家，如亚里士多德，并没有说到大脑的可塑性，而认为人有一个完美的心智发展。我们的心智和情绪官能是大自然所提供的，一个健康的心智发展是靠使用这些官能并使它们趋向完美来实现的。卢梭了解假如人类的心智、情绪生活及大脑是可改变的，那么我们就无法确定正常的或完美的心智发展是什么样的，应该会有许多不同的发展种类。尽善尽美性表示我们不再确定使自己完美是什么意思，卢梭了解到这个道德上的问题，他选用“尽善尽美性”其实是有讽刺的意思。

从尽善尽美性到进步的理念

任何我们对大脑了解的改变都会影响我们如何了解人性，在卢梭之后，“尽善尽美性”这个词很快就跟进步联结在一起。法国哲学家和数学家康多塞（Condorcet，1743——1794），也是法国大革命主要的参与者，他认为人类的历史就是追求完美的历程，他写道：“大自然并没有对人类的器官下任何定义……人的追求完美是永无止境的，人追求完美的进步除了地球寿命之外，也没有任何的上限。”人性不停地在改善，不论在智慧还是道德上皆如此。人不应该划地自限，而不去追求可能的完美（这个看法比起追求终极的完美比较不那么有野心，但是仍然充满了纯真无邪乌托邦式的理想）。”

这个进步和追求完美的理念通过托马斯·杰斐逊（Thomas Jefferson）带进美国，杰斐逊是经由富兰克林（Benjamin Franklin）的介绍而认识康多塞的，在美国的开国元勋中，杰斐逊是最接受这个思想的人。他写道：“我是人性本善支持者之一……我认为康多塞的心智是可以完美到我们不能想象的地步。”并不是所有的开国元勋都同意杰斐逊的话，但是1830年，法国的历史学家亚历西斯·托克维尔（Alexis de Tocqueville）访问美国时，很惊讶美国跟其他国家不一样，“相信人有无止境的改善能力”。科学和政治的进步，加上认为人有很大的可塑性，使得美国人热衷于自我改进、自我转型、自我帮助的书籍，同时也对问题解决有着热忱。

虽然这一切听起来非常光明有前途，但是在理论上人类可以无止境地改善自己，在执行上却有它黑暗的一面。一些乌托邦支持者满怀着人是可以被改善的信仰，见到了一个不完美的社会，就去责怪其他人是挡住进步的绊脚石，于是恐怖政治就开始了。我们在临床上也要小心，当

我们在谈大脑的可塑性时，不要去责怪那些无法改变的人。虽然神经可塑性告诉我们大脑比我们想象的更有可塑性，但从有可塑性到完美还有很大的落差，这会让病人有错误的期待而造成危险。可塑性的悖论是，可塑性也是许多僵硬、固化、不可改变行为的原因，这些行为甚至到了病态的地步。当现在可塑性变成我们注意的焦点时，我们应该要记住，它有好的一面又有坏的一面——有弹性又僵化，易受伤害又出乎意料的随机应变，能自我修复。

经济学家索威尔（Thomas Sowell）说，当“尽善尽美性”这个词在几百年中逐渐褪色时，它的核心观念仍然存在，直到现在都一样。这个“人非常有可塑性”的观念还是目前许多思想家的核心观念。索威尔的研究《看法的冲突》（A Conflict of Visions）显示，西方主要的政治哲学可以从支持还是反对人有可塑性这个观念以及认为人性受限多还是少来分类。通常右翼或保守派的思想家如亚当·斯密（Adam Smith）或柏克（Edmund Burke）是赞成人性是有限制的，而左翼或自由派的学者如康多塞或戈德温（William Godwin）则认为人性的限制比较少。有的时候，保守派有比较有弹性的看法，而自由派有比较限制性的看法，如最近好几个保守派的人主张性别取向是后天的、有选择性的，是可以用意志力或经验去改变的，是可塑性的现象，而自由派的人说它是天生设定的，是人性不可改变的部分。还有一些人对人是否可改变、可变得完美、可一直不停地进步有着正反混合的看法。

仔细研究神经的可塑性及可塑性的悖论，我们现在知道人类大脑的可塑性对人性有着限制和不限制两种效应。所以，虽然两方的政治思想跟不同年龄、不同思想家对人类可塑性的态度有关，假如我们仔细去思考现代的人类可塑性，我们就会发现可塑性实在是太复杂、太精细的事，无法刀切豆腐两面光去支持人性是有限制或没有限制的看法，因为

事实上，它跟人类的僵化和弹性都有关系，就看你怎么去栽培、耕耘它了。

注释和参考文献[1]

A Note to the Reader About These Notes

These notes are of two kinds. First, there are comments about interesting details, exceptions, historical notes, and more scholarly matters, and these are all preceded by a black dot (•). Second, there are references to articles upon which studies mentioned in the book are based. All notes are preceded by the page number and a phrase from the text to which they refer. There are notes both for the main chapters and the appendices. These phrases are full enough to contain the main relevant idea from the text, so that the reader will only occasionally have to flip back to the text to get the context for the note.

Chapter 1
A Woman Perpetually Falling . . .

Page

7 ***falls in the elderly:*** N. R. Kleinfeld. 2003. For elderly, fear of falling is a risk in itself. *New York Times,* March 5.

10 ***The article described a device that enabled people who had been blind from birth to see:*** P. Bach-y-Rita, C. C. Collins, F. A. Saunders, B. White, and L. Scadden. 1969. Vision substitution by tactile image projection. *Nature,* 221(5184): 963–64.

12 ***·the two-thousand-year-old Greek idea that viewed all nature as a vast living organism:*** The Greeks, who invented the idea of nature, saw all nature as a vast *living organism.* All things, insofar as they took up space, were made of matter; insofar as they moved, were alive; and insofar as they were orderly, partook of intelligence. This was the first great idea of nature that humanity developed. In effect, the Greeks had projected themselves onto the macrocosm, and said it was alive and a reflection of themselves. Because nature was alive, they would not have been opposed to the idea of plasticity in principle, or the idea that the organ of thought could grow. Socrates, in the *Republic,* argued that a person could train his mind the way gymnasts trained their muscles.

After the discoveries of Galileo, the second great idea of nature emerged, that of *nature as mechanism.* The mechanists projected an image of a machine onto the cosmos, describing the universe as a vast "cosmic clock." Then they internalized that image and applied it to human beings. For instance, the physician Julien Offray de La Mettrie (1709–1751) wrote *Man a Machine (L'Homme-machine),* reducing human beings to mechanisms.

But then a new, third, grander idea of nature emerged, inspired by Buffon and others, which restored life to it; this was the idea of nature as an unfolding historical process, or *nature as history.* In this view, the universe is not a mechanism but an evolving histori-

cal process that is changing over time. The idea of natural history laid the groundwork for Darwin's theory of evolution. But the key point for our purposes is that this view was not opposed to the notion of plastic change in principle. This is discussed in more detail in appendix 2 and in the first note for that appendix. See R. G. Collingwood. 1945. *The idea of nature.* Oxford: Oxford University Press; R. S. Westfall. 1977. *The construction of modern science: Mechanisms and mechanics.* Cambridge: Cambridge University Press, 90.

13 ·***Like a machine, the brain:*** The machine metaphor was not without major accomplishments; it made possible a more sober study of the brain based on observation, freed from mysticism. But it was always nonetheless an impoverished way to view the living brain, and the mechanists themselves knew it. Harvey was as interested in vital forces as in mechanisms, and Descartes famously argued that the complex cerebral contraption he depicted was animated and moved by the soul, though he never could explain how. The cost was dear, for he "dissected" us into a living, immaterial soul that was alive and could change, and a material brain that could not. In other words, he put, as a witty philosopher once said, "a ghost in the machine." Incidentally, Descartes's model of the nervous system was inspired by the hydraulic fountains of Saint-Germain-en-Laye, where pumping water animated moving statues of mythological figures.

13 ·***Localizationism was applied to the senses as well, theorizing that each . . . specializes in detecting one of the various forms of energy:*** Starting in the early nineteenth century scientists labored to understand what makes each of our senses different, and a great debate began. Some argued that our nerves all carried the *same* kind of energy and that the only difference between vision and touch was quantitative: the eye could pick up the impingement of light because it was far more delicate, and sensitive, than the sense of touch. Others argued that the nerves of each sense carried a *different* form of energy, specific to that sense, and that the nerves from one sense could not replace or perform the function of

nerves of another sense. This point of view won out and was enshrined as "the law of the specific energy of nerves," proposed by Johannes Müller, in 1826. He wrote, "The nerve of each sense seems to be capable of one determinate kind of sensation only, and not of those proper to the other organs of sense; hence one nerve of sense cannot take the place and perform the function of the nerve of another sense." J. Müller. 1838. *Handbuch der Physiologie des Menschen,* bk. 5, Coblenz, reprinted in R. J. Herrnstein and E. G. Boring, eds. 1965. *A source book in the history of psychology.* Cambridge, MA: Harvard University Press, 26–33, especially 32.

Müller qualified his law, though, and conceded that he wasn't certain whether the specific energy of a particular nerve was caused by the nerve itself or by the brain or the spinal cord. His qualification was often forgotten.

Emil du Bois-Reymond (1818–1896), Müller's student and successor, speculated that if it were somehow possible to cross-connect the optic and auditory nerves, we would be able to see sounds and hear light impressions. E. G. Boring. 1929. *A history of experimental psychology.* New York: D. Appleton-Century Co., 91. See also S. Finger. 1994. *Origins of neuroscience: A history of explorations into brain function.* New York: Oxford University Press, 135.

16 ***·Bach-y-Rita determined that skin . . . could substitute for a retina:*** Technically, a picture can form on the two-dimensional surfaces of both skin and retina because both can detect information *simultaneously.* Because they can both detect information *serially,* over time, they can both form moving pictures.

17 ***"one function, one location"***: S. Finger and D. Stein. 1982. *Brain damage and recovery: Research and clinical perspectives.* New York: Academic Press, 45.

17 ***Yet these children could still speak:*** A. Benton and D. Tranel. 2000. Historical notes on reorganization of function and neuroplasticity. In H. S. Levin and J. Grafman, eds., *Cerebral reorganization of function after brain damage.* New York: Oxford University Press.

17 ***Otto Soltmann removed the motor cortex . . . yet found they were still able to move:*** O. Soltmann. 1876. Experimentelle studien über die functionen des grosshirns der neugeborenen. *Jahrbuch für kinderheilkunde und physische Erzeihung*, 9:106–48.

17 ***But when the cat's paw was . . . stroked, the visual area . . . fired:*** K. Murata, H. Cramer, and P. Bach-y-Rita. 1965. Neuronal convergence of noxious, acoustic and visual stimuli in the visual cortex of the cat. *Journal of Neurophysiology*, 28(6): 1223–39; P. Bach-y-Rita. 1972. *Brain mechanisms in sensory substitution*. New York: Academic Press, 43–45, 54.

18 ***•Bach-y-Rita realized that the areas . . . are far more homogeneous:*** The relative homogeneity of the cortex is demonstrated by the fact that scientists working with rats can transplant bits of "visual" cortex to the part of the brain that usually processes touch, and these transplants will start processing touch. See J. Hawkins and S. Blakeslee. 2004. *On intelligence*. New York: Times Books, Henry Holt & Co., 54.

18 ***•Bach-y-Rita began to study all the exceptions to localizationism:*** In 1977, a new technique showed that (contrary to Broca's assertion that one speaks with the left hemisphere) 95 percent of healthy right-handers have language processed in their left hemisphere, and the remaining 5 percent have it processed in their right. Seventy percent of left-handers have language processed in the left hemisphere, but 15 percent have it processed in the right, and 15 percent have it processed bilaterally. S. P. Springer and G. Deutsch, G. 1999. *Left brain right brain: Perspectives from cognitive neuroscience*. New York: W. H. Freeman and Company, 22.

18 ***•He discovered the work of Marie-Jean-Pierre Flourens:*** Flourens showed that if he removed large parts of a bird's brain, mental functions were lost. But because he observed his animals for a whole year, he also discovered that the lost functions often returned. He concluded that the brains had reorganized themselves, since the remaining parts were able to take over lost functions.

Flourens argued that the nervous system and brain had to be understood as a dynamic whole, more than the sum of its parts, and that it was premature to assume that mental functions had an invariant location in the brain. M.-J.-P. Flourens. 1824/1842. *Recherches expérimentales sur les propriétés et les fonctions du système nerveux dans les animaux vertébrés.* Paris: Ballière. Bach-y-Rita also drew inspiration from scientists Karl Lashley, Paul Weiss, and Charles Sherrington, all of whom showed that the brain and nervous system could, if parts were removed or disconnected, reacquire lost functions.

19 •***"a large body of evidence indicates that the brain demonstrates both motor and sensory plasticity":*** This paper was ultimately published as P. Bach-y-Rita. 1967. Sensory plasticity: Applications to a vision substitution system. *Acta Neurologica Scandinavica,* 43:417–26.

19 •***began to lay out . . . the evidence for brain plasticity:*** P. Bach-y-Rita. 1972. *Brain mechanisms and sensory substitution.* New York: Academic Press. This paper was his first sustained discussion in print.

23 ***"She wanted me to . . . coauthor . . . the paper":*** M. J. Aguilar. 1969. Recovery of motor function after unilateral infarction of the basis pontis. *American Journal of Physical Medicine,* 48:279–88; P. Bach-y-Rita. 1980. Brain plasticity as a basis for therapeutic procedures. In P. Bach-y-Rita, ed., *Recovery of function: Theoretical considerations for brain injury rehabilitation.* Bern: Hans Huber Publishers, 239–41.

23 ***Shepherd Ivory Franz:*** S. I. Franz. 1916. The function of the cerebrum. *Psychological Bulletin,* 13:149–73; S. I. Franz. 1912. New phrenology. *Science,* 35(896): 321–28; see 322.

24 •***the consolidation stage:*** We now suspect that during the consolidation stage of learning, neurons are making new proteins and changing their structure. See E. R. Kandel. 2006. *In search of memory.* New York: W. W. Norton & Co., 262.

24 ***scientists . . . have put patients under brain scans and confirmed:*** Maurice Ptito of Canada, in collaboration with Ron Kupers at the Université of Århus, Denmark.

25 ***Mriganka Sur, a neuroscientist, surgically rewired:*** M. Sur. 2003. *How experience rewires the brain*. Presentation at "Reprogramming the Human Brain" Conference, Center for Brain Health, University of Texas at Dallas, April 11.

26 ***"natural-born cyborgs":*** A. Clark. 2003. *Natural-born cyborgs: Minds, technologies, and the future of human intelligence.* Oxford: Oxford University Press.

Chapter 2
Building Herself a Better Brain

32 ***Luria . . . was deeply interested in psychoanalysis:*** K. Kaplan-Solms and M. Solms. 2000. *Clinical studies in neuro-psychoanalysis: Introduction to a depth neuropsychology.* Madison, CT: International Universities Press, 26–43; O. Sacks. 1998. The other road: Freud as neurologist. In M. S. Roth, ed., *Freud: Conflict and culture.* New York: Alfred A. Knopf, 221–34.

42 ***in an immature brain the number of . . . synapses, is 50 percent greater:*** D. Bavelier and H. Neville. 2002. Neuroplasticity, developmental. In V. S. Ramachandran, ed., *Encyclopedia of the human brain,* vol. 3. Amsterdam: Academic Press, 561.

43 ***Acetylcholine . . . is higher in rats trained:*** M. J. Renner and M. R. Rosenzweig. 1987. *Enriched and impoverished environments.* New York: Springer-Verlag.

43 ***Mental training . . . increases brain weight by 5 percent:*** M. R. Rosenzweig, D. Krech, E. L. Bennet, and M. C. Diamond. 1962. Effects of environmental complexity and training on brain chemistry and anatomy: A replication and extension. *Journal of Comparative and Physiological Psychology,* 55:429–37; M. J. Renner and M. R. Rosenzweig, 1987, 13.

43 ***9 percent in areas that the training directly stimulates:*** M. J. Renner and M. R. Rosenzweig, 1987, 13–15.

43 ***Trained . . . neurons develop 25 percent more branches:*** W. T. Greenough and F. R. Volkmar. 1973. Pattern of dendritic branching in occipital cortex of rats reared in complex environments. *Experimental Neurology,* 40:491–504; R. L. Hollaway. 1966. Dendritic branching in the rat visual cortex. Effects of extra environmental complexity and training. *Brain Research,* 2(4): 393–96.

43 ***Trained . . . neurons . . . increase their size:*** M. C. Diamond, B. Lindner, and A. Raymond. 1967. Extensive cortical depth measurements and neuron size increases in the cortex of environmentally enriched rats. *Journal of Comparative Neurology,* 131(3): 357–64.

43 ***increase . . . the number of connections per neuron:*** A. M. Turner and W. T. Greenough. 1985. Differential rearing effects on rat visual cortex synapses. I. Synaptic and neuronal density and synapses per neuron. *Brain Research,* 329:195–203.

43 ***increase . . . their blood supply:*** M. C. Diamond. 1988. *Enriching heredity: The impact of the environment on the anatomy of the brain.* New York: Free Press.

43 ***do not develop as rapidly in older animals as in younger:*** M. R. Rosenzweig. 1996. Aspects of the search for neural mechanisms of memory. *Annual Review of Psychology,* 47:1–32.

43 ***Similar effects . . . seen in all types of animals:*** M. J. Renner and M. R. Rosenzweig, 1987, 54–59.

43 ***For people . . . education increases the number of branches among neurons:*** B. Jacobs, M. Schall, and A. B. Scheibel. 1993. A quantitative dendritic analysis of Wernicke's area in humans. II. Gender, hemispheric, and environmental factors. *Journal of Comparative Neurology,* 327(1): 97–111.

43 ***increase in the volume and thickness of the brain:*** M. J. Renner and M. R. Rosenzweig, 1987, 44–48; M. R. Rosenzweig, 1996; M. C. Diamond, D. Krech, and M. R. Rosenzweig. 1964. The effects of an enriched environment on the histology of rat cerebral cortex. *Journal of Comparative Neurology,* 123:111–19.

Chapter 3
Redesigning the Brain

47 ***Merzenich argues that practicing a new skill . . . can change hundreds of millions . . . of the connections:*** M. M. Merzenich, P. Tallal, B. Peterson, S. Miller, and W. M. Jenkins. 1999. Some neurological principles relevant to the origins of—and the cortical plasticity-based remediation of—developmental language impairments. In J. Grafman and Y. Christen, eds., *Neuronal plasticity: Building a bridge from the laboratory to the clinic.* Berlin: Springer-Verlag, 169–87.

47 ***it is always "learning how to learn":*** M. M. Merzenich. 2001. Cortical plasticity contributing to childhood development. In J. L. McClelland and R. S. Siegler, eds., *Mechanisms of cognitive development: Behavioral and neural perspectives.* Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 68.

48 ***•brain maps . . . were first made vivid in human beings:*** The somatosensory cortex was first mapped by Wade Marshall in cats and monkeys.

49 ***By touching different parts of this map, he could trigger movements:*** W. Penfield and T. Rasmussen. 1950. *The cerebral cortex of man.* New York: Macmillan.

49 ***The Penfield maps shaped several generations':*** J. N. Sanes and J. P. Donoghue. 2000. Plasticity and primary motor cortex. *Annual Review of Neuroscience,* 23:393–415, especially 394; G. D. Schott. 1993. Penfield's homunculus: A note on cerebral cartography. *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry,* 56:329–33.

49 ***•the maps were fixed, immutable, and universal:*** Nobel laureate Eric Kandel writes, "When I was a medical student in the 1950s, we were taught that the map of the somatosensory cortex . . . was fixed and immutable throughout life." See E. R. Kandel. 2006. *In search of memory.* New York: W. W. Norton & Co., 216.

50 ***approximately 100 billion:*** G. M. Edelman and G. Tononi. 2000. *A universe of consciousness.* New York: Basic Books, 38.

50 •***miss an extraordinary amount of information:*** Brain scans, such as fMRIs, can measure the activity in a 1-millimeter brain area. But a neuron is typically *a thousandth* of a millimeter across. S. P. Springer and G. Deutsch. 1999. *Left brain right brain: Perspectives from cognitive neuroscience.* New York: W. H. Freeman & Co., 65.

52 ***In fact, second languages . . . are not processed in the same part:*** P. R. Huttenlocher. 2002. *Neural plasticity: The effects of environment on the development of the cerebral cortex.* Cambridge, MA: Harvard University Press, 141, 149, 153.

55 ***Graham Brown and Charles Sherrington had shown that stimulating* one point:** T. Graham Brown and C. S. Sherrington. 1912. On the instability of a cortical point. *Proceedings of the Royal Society of London, Series B, Containing Papers of a Biological Character,* 85(579): 250–77.

55 ***the movement produced often changed:*** D. O. Hebb. 1963, commenting in the introduction to K. S. Lashley, *Brain mechanisms and intelligence: A quantitative study of the injuries to the brain.* New York: Dover Publications, xii. (Original edition, University of Chicago Press, 1929.)

56 ***When the paper was published, no mention was made of plasticity:*** R. L. Paul, H. Goodman, and M. M. Merzenich. 1972. Alterations in mechanoreceptor input to Brodmann's areas 1 and 3 of the postcentral hand area of *Macaca mulatta* after nerve section and regeneration. *Brain Research,* 39(1): 1–19. See also R. L. Paul, M. M. Merzenich, and H. Goodman. 1972. Representation of slowly and rapidly adapting cutaneous mechanoreceptors of the hand in Brodmann's areas 3 and 1 of *Macaca mulatta. Brain Research,* 36(2): 229–49.

58 ***Merzenich's contribution was . . . to determine the kind of input patients needed:*** R. P. Michelson. 1985. Cochlear implants: Personal perspectives. In R. A. Schindler and M. M. Merzenich, eds., *Cochlear implants.* New York: Raven Press, 10.

59 ***This time he and Kaas . . . called the changes "spectacular":*** M. M. Merzenich, J. H. Kaas, J. Wall, R. J. Nelson, M. Sur, and

D. Felleman. 1983. Topographic reorganization of somatosensory cortical areas 3b and 1 in adult monkeys following restricted deafferentation. *Neuroscience*, 8(1): 33–55.

60 ***He mapped a monkey's hand map . . . Then he amputated the monkey's middle finger:*** M. M. Merzenich, R. J. Nelson, M. P. Stryker, M. S. Cynader, A. Schoppmann, and J. M. Zook. 1984. Somatosensory cortical map changes following digit amputation in adult monkeys. *Journal of Comparative Neurology*, 224(4): 591–605.

61 ***Wiesel . . . has gracefully acknowledged in print:*** T. N. Wiesel. 1999. Early explorations of the development and plasticity of the visual cortex: A personal view. *Journal of Neurobiology*, 41(1): 7–9.

62 •***"nobody paid any attention":*** Jon Kaas attempted to deal with the early anti-adult plasticity bias in visual neuroscience head-on. He mapped the adult visual cortex, then cut the retinal input into it. He was able to show with remapping that in a matter of weeks new receptive fields moved into the cortical map space of the lesioned area. A reviewer at *Science* dismissed it as an impossible finding. It was eventually published in J. H. Kaas, L. A. Krubitzer, Y. M. Chino, A. L. Langston, E. H. Polley, and N. Blair. 1990. Reorganization of retinotopic cortical maps in adult mammals after lesions of the retina. *Science*, 248(4952): 229–31. Merzenich assembled the scientific evidence for plasticity in D. V. Buonomano and M. M. Merzenich. 1998. Cortical plasticity: From synapses to maps. *Annual Review of Neuroscience*, 21:149–86.

62 ***He cut a monkey's median nerve and then did multiple mappings:*** M. M. Merzenich, J. H. Kaas, J. T. Wall, M. Sur, R. J. Nelson, and D. Felleman. 1983. Progression of change following median nerve section in the cortical representation of the hand in areas 3b and 1 in adult owl and squirrel monkeys. *Neuroscience*, 10(3): 639–65.

62 ·***These maps sprang up so quickly, it was as though they had been hidden:*** Recall that Bach-y-Rita thought that one way the brain rewired itself was by "unmasking" older paths, and that if one neuronal path in the brain is cut off, preexisting paths are

used instead, the way drivers rediscover old country back roads when their superhighway is blocked off. And like old country roads, these older maps were more primitive than the map they replaced, perhaps for lack of use.

62 ***The radial and ulnar maps . . . expanded to occupy almost the entire median nerve map:*** M. M. Merzenich, J. H. Kaas, J. T. Wall, M. Sur, R. J. Nelson, and D. Felleman. 1983. Progression of change following median nerve section in the cortical representation of the hand in areas 3b and 1 in adult owl and squirrel monkeys. *Neuroscience,* 10(3): 649.

63 ***Hebb . . . proposed that when two neurons fire at the same time repeatedly:*** D. O. Hebb. 1949. *The organization of behavior: A neuropsychological theory.* New York: John Wiley & Sons, 62.

63 ***·Hebb's concept—actually proposed by Freud sixty years before:*** Freud stated that when two neurons fire *simultaneously,* this firing facilitates their ongoing *association*. In 1888 he called it the law of association by simultaneity. Freud emphasized that what linked neurons was their firing together *in time*. See P. Amacher. 1965. *Freud's neurological education and its influence on psychoanalytic theory.* New York: International Universities Press, 57–59; K. H. Pribram and M. Gill. 1976. *Freud's "Project" re-assessed: Preface to contemporary cognitive theory and neuropsychology.* New York: Basic Books, 62–66; S. Freud, 1895. Project for a Scientific Psychology. Translated by J. Strachey. In *Standard edition of the complete psychological works of Sigmund Freud,* vol. 1. London: Hogarth Press, 281–397.

63 ***Following Hebb, Merzenich's new theory was that neurons in brain maps develop strong connections:*** M. M. Merzenich, W. M. Jenkins, and J. C. Middlebrooks. 1984. Observations and hypotheses on special organizational features of the central auditory nervous system. In G. Edelman, W. Einar Gall, and W. M. Cowan, eds., *Dynamic aspects of neocortical function.* New York: Wiley, 397–424; M. M. Merzenich, T. Allard, and W. M. Jenkins. 1991. Neural ontogeny of higher brain function: Implications of some

recent neurophysiological findings. In O. Franzén and J. Westman, eds., *Information processing in the somatosensory system.* London: Macmillan, 193–209.

63 ***In one ingenious experiment . . . sewed together two of the monkey's fingers:*** S. A. Clark, T. Allard, W. M. Jenkins, and M. Merzenich. 1988. Receptive fields in the body-surface map in adult cortex defined by temporally correlated inputs. *Nature*, 332(6163): 444–45; T. Allard, S. A. Clark, W. M. Jenkins, and M. M. Merzenich. 1991. Reorganization of somatosensory area 3b representations in adult owl monkeys after digital syndactyly. *Journal of Neurophysiology*, 66(3): 1048–58.

64 ***·each had one large map for their fused fingers instead of two separate ones:*** The scan technique used is called the magnetoencephalograph (MEG). Neuronal activity generates both electrical activity and magnetic fields. A magnetoencephalograph detects these magnetic fields and can tell us where the activity is occurring. A. Mogilner, J. A. Grossman, U. Ribary, M. Joliot, J. Volkmann, D. Rapaport, R. W. Beasley, and R. Llinás. 1993. Somatosensory cortical plasticity in adult humans revealed by magnetoencephalography. *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA*, 90(8): 3593–97.

64 ***In the next experiment . . . created a map for . . . a nonexistent finger:*** X. Wang, M. M. Merzenich, K. Sameshima, and W. M. Jenkins. 1995. Remodelling of hand representation in adult cortex determined by timing of tactile stimulation. *Nature*, 378(6552): 71–75.

64 ***In the final and most brilliant demonstration, Merzenich . . . proved that maps cannot be anatomically based:*** S. A. Clark, T. Allard, W. M. Jenkins, and M. M. Merzenich. 1986. Cortical map reorganization following neurovascular island skin transfers on the hand of adult owl monkeys. *Neuroscience Abstracts*, 12:391.

65 ***·how does this topographic order emerge:*** In making topographical maps, nature performs two ingenious translations: a spatial organization (of the fingers on the hand) turns into an organized time sequence, which then turns into a spatial organization (of

the fingers on the brain map). The power of the brain to create its topographical order anew was demonstrated in a most remarkable way in France. A man from Lyon had both hands amputated in 1996 and then got two new hands transplanted to replace his lost ones. While he was still an amputee, his French doctors performed an fMRI scan to map his motor cortex, which showed, as might be expected, that he had developed an abnormally organized topography in the map in response to the total loss of nervous input from his hands. In 2000, after his bilateral hand transplant, they mapped him after two, four, and six months and found that the grafted hands came to be "recognized and activated normally by the sensory cortex" and the map developed a normal topography. P. Giraux, A. Sirigu, F. Schneider, and J-M. Dubernard. 2001. Cortical reorganization in motor cortex after graft of both hands. *Nature Neuroscience*, 4(7): 691–92.

65 ***•A topographic order emerges because . . . everyday activities involve repeating sequences in a fixed order:*** By realizing that our maps are formed by the timing of the input to them, Merzenich thus solved the mystery of his first experiment, when he cut nerves to a monkey's hand, and they got shuffled—the "wires were crossed"—and yet that monkey still had a normally organized topographical map. Even after the nerves were shuffled, signals from the fingers tended to come in a fixed time sequence—thumb, then index, then middle finger—leading to a topographical map organization. See M. M. Merzenich, 2001, 69.

66 ***the monkey's fingertip had enlarged as the monkey had learned how to touch the disk:*** W. M. Jenkins, M. M. Merzenich, M. T. Ochs, T. Allard, and E. Guíc-Robles. 1990. Functional reorganization of primary somatosensory cortex in adult owl monkeys after behaviorally controlled tactile stimulation. *Journal of Neurophysiology*, 63(1): 82–104.

67 ***•The trained neurons fired more quickly:*** M. M. Merzenich, P. Tallal, B. Peterson, S. Miller, and W. M. Jenkins. 1999. Some neurological principles relevant to the origins of—and the cortical

plasticity-based remediation of—developmental language impairments. In J. Grafman and Y. Christen, eds., *Neuronal plasticity: Building a bridge from the laboratory to the clinic.* Berlin: Springer-Verlag, 169–87, especially 172. The team found neurons could process a second signal 15 milliseconds after the first. They also determined that the time chunks in which a brain can process and integrate information range from tens of milliseconds to tenths of seconds. This finding was in response to the question, When we say neurons that fire together wire together, what exactly do we mean by fire "together"? Exactly simultaneously? By reviewing their own work and the work of others, Merzenich and Jenkins determined that "together" turned out to mean that the neurons have to fire within thousandths to tenths of seconds. M. M. Merzenich and W. M. Jenkins. 1995. Cortical plasticity, learning, and learning dysfunction. In B. Julesz and I. Kovács, eds., *Maturational windows and adult cortical plasticity. SFI studies in the sciences of complexity.* Reading, MA: Addison-Wesley, 23:247–64.

68 ***Finally, Merzenich discovered that paying close attention is essential:*** M. P. Kilgard and M. M. Merzenich. 1998. Cortical map reorganization enabled by nucleus basalis activity. *Science,* 279(5357): 1714–18; reviewed in M. M. Merzenich et al., 1999.

70 ***When Tallal originally discovered their problems:*** M. Barinaga. 1996. Giving language skills a boost. *Science,* 271(5245): 27–28.

71 ***The first study results . . . were remarkable:*** P. Tallal, S. L. Miller, G. Bedi, G. Byma, X. Wang, S. S. Nagarajan, C. Schreiner, W. M. Jenkins, and M. M. Merzenich. 1996. Language comprehension in language-learning impaired children improved with acoustically modified speech. *Science,* 271(5245): 81–84.

72 ***•The study showed that . . . ability to understand language normalized:*** This study of *Fast ForWord* was a national U.S. field trial. Another study of 452 students had similar findings: S. L. Miller, M. M. Merzenich, P. Tallal, K. DeVivo, K. LaRossa, N. Linn, A. Pycha, B. E. Peterson, and W. M. Jenkins. 1999. *Fast*

ForWord training in children with low reading performance. *Nederlandse Vereniging voor Lopopedie en Foniatrie: 1999 Jaarcongres Auditieve Vaardigheden en Spraak-taal.* [Proceedings of the 1999 Netherlands Annual Speech-Language Association Meeting.]

72 ***new scans showed that their brains had begun to normalize:*** E. Temple, G. K. Deutsch, R. A. Poldrack, S. L. Miller, P. Tallal, M. M. Merzenich, and J. Gabrieli. 2003. Neural deficits in children with dyslexia ameliorated by behavioral remediation: Evidence from functional MRI. *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA*, 100(5): 2860–65.

74 ***these same people could detect 75-millisecond* sounds *as well:*** S. S. Nagarajan, D. T. Blake, B. A. Wright, N. Byl, and M. M. Merzenich. 1998. Practice-related improvements in somatosensory interval discrimination are temporally specific but generalize across skin location, hemisphere, and modality. *Journal of Neuroscience*, 18(4): 1559–70.

75 ***One, a language study, showed that* Fast ForWord *quickly moved autistic children . . . to the normal range:*** M. M. Merzenich, G. Saunders, W. M. Jenkins, S. L. Miller, B. E. Peterson, and P. Tallal. 1999. Pervasive developmental disorders: Listening training and language abilities. In S. H. Broman and J. M. Fletcher, eds., *The changing nervous system: Neurobehavioral consequences of early brain disorders.* New York: Oxford University Press, 365–85, especially 377.

75 ***But another pilot study of one hundred autistic children:*** M. Melzer and G. Poglitch. 1998. Functional changes reported after *Fast ForWord* training for 100 children with autistic spectrum disorders. Presentation to the American Speech Language and Hearing Association, November.

80 ***BDNF plays a crucial role in reinforcing plastic changes:*** Z. J. Huang, A. Kirkwood, T. Pizzorusso, V. Porciatti, B. Morales, M. F. Bear, L. Maffei, and S. Tonegawa. 1999. BDNF regulates the maturation of inhibition and the critical period of plasticity in mouse visual cortex. *Cell*, 98:739–55. See also M. Fagiolini and T. K.

Hensch. 2000. Inhibitory threshold for critical-period activation in primary visual cortex. *Nature*, 404(6774): 183–86; E. Castrén, F. Zafra, H. Thoenen, and D. Lindholm. 1992. Light regulates expression of brain-derived neurotrophic factor mRNA in rat visual cortex. *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA*, 89(20): 9444–48.

80 ***The fourth and final service that BDNF . . . is to help close down the critical period:*** M. Ridley. 2003. *Nature via nurture: Genes, experience, and what makes us human.* New York: HarperCollins, 166; J. L. Hanover, Z. J. Huang, S. Tonegawa, and M. P. Stryker. 1999. Brain-derived neurotrophic factor overexpression induces precocious critical period in mouse visual cortex. *Journal of Neuroscience*, 19:RC40:1–5.

81 ***If they hear one frequency, the whole auditory cortex starts firing:*** J. L. R. Rubenstein and M. M. Merzenich. 2003. Model of autism: Increased ratio of excitation/inhibition in key neural systems. *Genes, Brain and Behavior*, 2:255–67.

81 ***·autistic children have bigger brains:*** Brain scan studies have shown that autistic children have bigger brains than normal. The difference, Merzenich says, is almost entirely caused by the overgrowth of the fatty coat around the nerves that helps conduct signals faster. These differences emerge, he says, "between six and ten months of age," when BDNF is released in large quantities.

82 ***brings the critical period to a premature close:*** L. I. Zhang, S. Bao, and M. M. Merzenich. 2002. Disruption of primary auditory cortex by synchronous auditory inputs during a critical period. *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA*, 99(4): 2309–14.

82 ***·The animals are left with undifferentiated brain maps:*** It is not just external noise that can devastate a cortex. Merzenich believes many inherited conditions interfere with the ability of neurons to make strong clear signals that stand out against the background of the brain's other activities, creating the same effect on a brain as white noise. He calls this problem *internal* noise.

82 ***autistic children do indeed process sound in an abnormal way:*** N. Boddaert, P. Belin, N. Chabane, J. Poline, C. Barthélémy, M. Mouren-Simeoni, F. Brunelle, Y. Samson, and M. Zilbovicius. 2003. Perception of complex sounds: Abnormal pattern of cortical activation in autism. *American Journal of Psychiatry,* 160: 2057–60.

83 ***Then, after the damage was done, they normalized and redifferentiated the maps:*** S. Bao, E. F. Chang, J. D. Davis, K. T. Gobeske, and M. M. Merzenich. 2003. Progressive degradation and subsequent refinement of acoustic representations in the adult auditory cortex. *Journal of Neuroscience,* 23(34): 10765–75.

83 ***They had found an artificial way to reopen the critical period in adults:*** M. P. Kilgard and M. M. Merzenich. 1998. Cortical map reorganization enabled by nucleus basalis activity. *Science,* 279(5357): 1714–18.

88 •***Part of the scientific challenge is to find the most efficient way to train the brain:*** To be useful, a brain exercise must "generalize." For instance, say you were trying to train people to improve temporal processing. If you had to train them to get better at recognizing every known time interval (75 milliseconds, 80, 90, and so on), you would need a lifetime of training to improve temporal processing. But Merzenich's team found they only need to train the brain to recognize a few intervals efficiently, and this is sufficient to allow people to recognize many other intervals. In other words, the training generalizes, and the person now has improved his temporal processing for a full range of time intervals.

89 ***first control study:*** H. W. Mahncke, B. B. Connor, J. Appelman, O. N. Ahsanuddin, J. L. Hardy, R. A. Wood, N. M. Joyce, T. Boniske, S. M. Atkins, and M. M. Merzenich. 2006. Memory enhancement in healthy older adults using a brain plasticity–based training program: A randomized, controlled study. *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA,* 103(33): 12523–28.

89 ***William Jagust, did "before" and "after" PET . . . scans of people who underwent the training:*** W. Jagust, B. Mormino, C. DeCarli,

J. Kramer, D. Barnes, B. Reed. 2006. Metabolic and cognitive changes with computer-based cognitive therapy for MCI. Poster presentation at the Tenth International Conference on Alzheimer's and Related Disorders, Madrid, Spain, July 15–20.

Chapter 4
Acquiring Tastes and Loves

95 •***Even sexual preference can occasionally change:*** The tendency of some heterosexuals to develop a homosexual attraction when members of the opposite sex are not available is well known (e.g., in prison or in the military), and these attractions tend to be "add-ons." According to Richard C. Friedman, researcher on male homosexuality, when male homosexuals develop a heterosexual attraction, it is almost always an "add-on" attraction, not a replacement (personal communication).

96 •***Yet the human sexual "instinct" seems to have broken free of its core purpose, reproduction, and varies:*** This plasticity is one reason why Freud called sex a "drive" as opposed to an instinct. A drive is a powerful urge that has instinctual roots but is more plastic than most instincts and is more influenced by the mind.

97 •***The brain structure that regulates instinctive behaviors, including sex, called the hypothalamus, is plastic, as is the amygdala, the structure that processes emotion and anxiety:*** The hypothalamus also regulates eating, sleeping, and important hormones. G. I. Hatton. 1997. Function-related plasticity in hypothalamus. *Annual Review of Neuroscience*, 20:375–97; J. LeDoux. 2002. *Synaptic self: How our brains become who we are.* New York: Viking; S. Maren. 2001. Neurobiology of Pavlovian fear conditioning. *Annual Review of Neuroscience*, 24:897–931, especially 914.

97 ***Plasticity exists in the hippocampus:*** B. S. McEwen. 1999. Stress and hippocampal plasticity. *Annual Review of Neuroscience*, 22: 105–22.

97 ***in areas that control our breathing:*** J. L. Feldman, G. S. Mitchell, and E. E. Nattie. 2003. Breathing: Rhythmicity, plasticity, chemosensitivity. *Annual Review of Neuroscience*, 26:239–66.

97 ***in areas that . . . process primitive sensation:*** E. G. Jones. 2000. Cortical and subcortical contributions to activity-dependent plasticity in primate somatosensory cortex. *Annual Review of Neuroscience*, 23:1–37.

97 ***and process pain:*** G. Baranauskas. 2001. Pain-induced plasticity in the spinal cord. In C. A. Shaw and J. C. McEachern, eds., *Toward a theory of neuroplasticity.* Philadelphia: Psychology Press, 373–86.

97 ***It exists in the spinal cord:*** J. W. McDonald, D. Becker, C. L. Sadowsky, J. A. Jane, T. E. Conturo, and L. M. Schultz. 2002. Late recovery following spinal cord injury: Case report and review of the literature. *Journal of Neurosurgery (Spine 2)* 97:252–65; J. R. Wolpaw and A. M. Tennissen. 2001. Activity-dependent spinal cord plasticity in health and disease. *Annual Review of Neuroscience*, 24:807–43.

97 ***•if one brain system changes, those systems connected to it change as well:*** Merzenich has done experiments that show that when change occurs in a sensory processing area—the auditory cortex—it causes change in the frontal lobe, an area involved in planning, to which the auditory cortex is connected. "You can't change the primary auditory cortex," says Merzenich, "without changing what is happening in the frontal cortex. It's an absolute impossibility."

98 ***These more complex melody maps obey the same plastic principles:*** M. M. Merzenich, personal communication; H. Nakahara, L. I. Zhang, and M. Merzenich. 2004. Specialization of primary auditory cortex processing by sound exposure in the "critical period." *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA*, 101(18): 7170–74.

98 ***"The sexual instincts," wrote Freud, "are noticeable to us for their plasticity":*** S. Freud. 1932/1933/1964. *New introductory lectures on psycho-analysis.* Translated by J. Stratchey. In *Standard*

edition of the complete psychological works of Sigmund Freud, vol. 22. London: Hogarth Press, 97.

98 ***·Plato . . . argued that human Eros took many forms:*** Plato's Eros is not identical with Freud's libido (or later Eros), but there is some overlap. Platonic Eros is the longing we feel in response to our awareness of our incompleteness as human beings. It is a longing to complete ourselves. One way we try to overcome our incompleteness is by finding another person to love and have sex with. But the speakers in Plato's *Symposium* also emphasize that this same Eros can take many forms, some of which don't appear erotic at first glance, and that erotic longing can have many different kinds of objects.

98 ***a significant body of research now confirms Freud's basic insight that early patterns of relating and attaching to others, if problematic, can get "wired" into our brains:*** A. N. Schore. 1994. *Affect regulation and the origin of the self: The neurobiology of emotional development.* Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates; A. N. Schore. 2003. *Affect dysregulation and disorders of the self.* New York: W. W. Norton & Co.; A. N. Schore. 2003. *Affect regulation and the repair of the self.* New York: W. W. Norton & Co.

99 ***The idea of the critical period was formulated . . . by embryologists:*** M. C. Dareste. 1891. *Recherches sur la production artificielle des monstruosités.* [Studies of the artificial production of monsters.] Paris: C. Reinwald; C. R. Stockard. 1921. Developmental rate and structural expression: An experimental study of twins, "double monsters," and single deformities and their interaction among embryonic organs during their origin and development. *American Journal of Anatomy,* 28(2): 115–277.

99 ***·They are brief windows of time when new brain systems and maps develop:*** In the first year of life, the average brain goes from weighing 400 grams at birth to 1000 grams at twelve months. We are so dependent on early love and the caregiving of others in part because large areas of our brain don't begin to develop until after we are born. The neurons in the prefrontal cortex, which helps us

regulate our emotions, make connections in the first two years of life, but only with the help of people, which in most cases means the mother, who literally molds her baby's brain.

100 ***·Regression can be pleasant and harmless . . . or it can be problematic:*** Sometimes regression is quite unanticipated, and otherwise mature adults become shocked at how "infantile" their behavior can become.

102 ***·Pornography, delivered by high-speed Internet connections, satisfies every one of the prerequisites for neuroplastic change:*** In chapter 8, "Imagination," I give the scientific evidence that proves that we can change our brain maps simply by imagining things.

104 ***In the book one boy . . . says, "Anybody got porn?":*** T. Wolfe. 2004. *I Am Charlotte Simmons.* New York: HarperCollins, 92–93.

106 ***Cocaine, almost all other illegal drugs, and even nondrug addictions such as running make . . . dopamine more active:*** E. Nestler. 2001. Molecular basis of long-term plasticity underlying addiction. *Nature Reviews Neuroscience,* 2(2): 119–28.

107 ***When Merzenich used an electrode . . . dopamine release stimulated plastic change:*** S. Bao, V. T. Chan, L. I. Zhang, and M. M. Merzenich. 2003. Suppression of cortical representation through backward conditioning. *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA,* 100(3): 1405–8.

107 ***dopamine is also released in sexual excitement:*** T. L. Crenshaw. 1996. *The alchemy of love and lust.* New York: G. P. Putnam's Sons, 135.

107 ***Nondrug addictions . . . lead to . . . permanent changes in the dopamine system:*** E. Nestler. 2003. *Brain plasticity and drug addiction.* Presentation at "Reprogramming the Human Brain" Conference, Center for Brain Health, University of Texas at Dallas, April 11.

108 ***An addict experiences cravings because . . . sensitized:*** K. C. Berridge and T. E. Robinson. 2002. The mind of an addicted brain: Neural sensitization of wanting versus liking. In J. T. Cacioppo,

G. G. Bernston, R. Adolphs, et al., eds., *Foundations in social neuroscience.* Cambridge, MA: MIT Press, 565–72.

108 •***So sensitization leads to increased wanting, though not necessarily liking:*** It is possible to judge whether an animal or a person likes the taste of a food by its facial expressions. Berridge and Robinson have shown, by manipulating dopamine levels while animals eat, that it is possible to make them want more food, even though they don't like it.

108 ***we have two separate pleasure systems in our brains:*** N. Doidge. 1990. Appetitive pleasure states: A biopsychoanalytic model of the pleasure threshold, mental representation, and defense. In R. A. Glick and S. Bone, eds., *Pleasure beyond the pleasure principle.* New Haven: Yale University Press, 138–73.

108 •***The second pleasure system has to do with . . . consummatory pleasure:*** Certain depressed people have trouble experiencing any pleasure at all, and their appetitive and consummatory systems do not function. They can't anticipate having a good time, and should they be dragged out to a meal or some other pleasant activity, they can't enjoy it. But some people who are depressed, while unable to anticipate having fun, will, if dragged out to a meal or social event, find their spirits lifting because, even though the appetitive system is not working properly, the consummatory system is.

109 ***The story of Sean Thomas:*** S. Thomas. 2003. How Internet porn landed me in hospital. *National Post,* June 30, A14. These quotes are from the *National Post* version of an article originally published in the *Spectator,* June 28, 2003, called "Self abuse."

111 ***interest in lesbian sex can express . . . unconscious female identification:*** E. Person. 1986. The omni-available woman and lesbian sex: Two fantasy themes and their relationship to the male developmental experience. In G. I. Fogel, F. M. Lane, and R. S. Liebert, eds., *The psychology of men.* New York: Basic Books, 71–94, especially 90.

112 •***"ugliness becomes beauty":*** Stendhal also described how young girls at the theater fell in love with famously "ugly" actors, such as

Le Kain, who in their performances evoked powerful, pleasurable emotions. By the end of the performance, the girls exclaimed, "Isn't he beautiful!" See Stendhal. 1947. *On love.* Translated by H.B.V. under the direction of C. K. Scott-Moncrieff. New York: Grosset & Dunlap, 44, 46–47.

113 ***In 1950 "pleasure centers" were discovered:*** R. G. Heath. 1972. Pleasure and pain activity in man. *Journal of Nervous and Mental Disease*, 154(1): 13–18.

113 ***our pleasure centers now fire so easily that makes whatever we experience feel great:*** N. Doidge, 1990.

113 ***falling in love also lowers the threshold at which the pleasure centers will fire:*** Ibid.

114 ***"globalization":*** Ibid.

114 ***•when our pleasure centers fire, it is more difficult for . . . pain . . . centers to fire:*** Unfortunately, the tendency of our pleasure and pain centers to inhibit each other also means that a person who is depressed, and who has aversive centers firing, finds it more difficult to enjoy things he normally would.

115 ***"romantic intoxication":*** M. Liebowitz. 1983. *The chemistry of love.* Boston: Little, Brown & Co.

115 ***Recent fMRI . . . scans of lovers:*** A. Bartels and S. Zeki. 2000. The neural basis for romantic love. *NeuroReport*, 11(17): 3829–34; see also H. Fisher. 2004. *Why we love: The nature and chemistry of romantic love.* New York: Henry Holt & Co.

116 ***•When monogamous mates develop a tolerance for each other:*** Tolerance occurs when the brain is inundated with a substance—in this case dopamine—and in response the receptors on the neurons for that substance "down regulate," or decrease in number, so more of the substance is required to get the same effect.

117 ***unlearning . . . is necessary to make room for new memories in our networks:*** E. S. Rosenzweig, C. A. Barnes, and B. L. McNaughton. 2002. Making room for new memories. *Nature Neuroscience*, 5(1): 6–8.

118 ***The work of mourning is piecemeal:*** S. Freud. 1917/1957. *Mourning and melancholia.* Translated by J. Stratchey. In *Standard edition of the complete psychological works of Sigmund Freud,* vol. 14. London: Hogarth Press, 237–58, especially 245.

119 ***in humans oxytocin is released in both sexes during orgasm:*** W. J. Freeman. 1999. *How brains make up their minds.* London: Weidenfeld & Nicolson, 160; J. Panksepp. 1998. *Affective neuroscience: The foundations of human and animal emotions.* New York: Oxford University Press, 231; L. J. Young and Z. Wang. 2004. The neurobiology of pair bonding. *Nature Neuroscience,* 7(10): 1048–54.

119 ***An fMRI study shows that when mothers look at photos of their children, brain regions:*** A. Bartels and S. Zeki. 2004. The neural correlates of maternal and romantic love. *NeuroImage,* 21:1155–66.

119 ***Their oxytocin levels remain low for several years after they have been adopted:*** A. B. Wismer Fries, T. E. Ziegler, J. R. Kurian, S. Jacoris, and S. D. Pollak. 2005. Early experience in humans is associated with changes in neuropeptides critical for regulating social behavior. *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA,* 102(47): 17237–40.

119 ***When people sniff oxytocin . . . they are more prone to trust:*** M. Kosfeld, M. Heinrichs, P. J. Zak, U. Fischbacher, and E. Fehr. 2005. Oxytocin increases trust in humans. *Nature,* 435(7042): 673–76.

119 ***·oxytocin . . . makes us commit to our partners and devotes us to our children:*** The ancient Greeks, with simple elegance, described our tendency to develop powerful, not always rational, loving attachments to family and friends, as "love of one's own," and oxytocin seems to be one of several neurochemicals that promote it.

120 ***But if oxytocin is injected . . . she will mother the strange lamb:*** C. S. Carter. 2002. Neuroendocrine perspectives on social attachment and love. In J. T. Cacioppo, G. G. Bernston, R. Adolphs, et al., eds., 853–90, especially 864.

120 ***Freeman suspects that the mother bonds with her first litter using other neurochemicals:*** Personal communication.

120 ***Oxytocin's "ability" to wipe out . . . an amnestic hormone:*** T. R. Insel. 1992. Oxytocin—a neuropeptide for affiliation: Evidence from behavioral, receptor, autoradiographic, and comparative studies. *Psychoneuroendocrinology,* 17(1): 3–35, especially 12; Z. Sarnyai and G. L. Kovács. 1994. Role of oxytocin in the neuroadaptation to drugs of abuse. *Psychoneuroendocrinology,* 19(1): 85–117, especially 86.

120 ***·Freeman proposes that oxytocin melts down existing neuronal connections:*** W. J. Freeman. 1995. *Societies of brains: A study in the neuroscience of love and hate.* Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 122–23; W. J. Freeman, 1999, 160–61.

Freeman points out that hormones that influence behavior, such as estrogen or thyroid, generally need to be released steadily in the body to have their effects. But oxytocin is released only briefly, which strongly suggests that its role is *setting the stage for a new phase,* in which new behaviors replace existing behaviors.

Unlearning may be especially important in mammals because the cycle of reproduction and rearing the young takes so long and requires such a deep bond. For a mother to switch from being totally preoccupied with one litter to caring for the next requires a massive alteration in her goals, intentions, and the neuronal circuits involved.

121 ***"It is the afterplay, not the foreplay, that counts":*** W. J. Freeman, 1995, 122–23.

121 ***·Contrast him with the inveterate bachelor:*** One typical explanation for the rigidity of aging bachelors or bachelorettes, who want to marry but have become too fussy, is that they fail to fall in love because they have become increasingly rigid through living alone. But perhaps they also become increasingly rigid because they fail to fall in love and never get the surge of oxytocin that may facilitate plastic change. In a similar vein, one can ask how much of people's ability to parent well is enhanced by the prior experience of having fallen in love—in a mature way—allowing them to unlearn selfishness and open themselves up to another. If each mature love

experience has the potential to help us unlearn earlier, more selfish intentions and become less self-centered, a mature adult love would be one of the best predictors of the ability to parent well.

122 ***Merzenich has described a number of "brain traps":*** M. M. Merzenich, F. Spengler, N. Byl, X. Wang, and W. Jenkins. 1996. Representational plasticity underlying learning: Contributions to the origins and expressions of neurobehavioral disabilities. In T. Ono, B. L. McNaughton, S. Molochnikoff, E. T. Rolls, and H. Nishijo, eds., *Perception, memory and emotion: Frontiers in neuroscience*. Oxford: Elsevier Science, 45–61, especially 50.

123 ·***Nancy Byl . . . teaches people . . . to redifferentiate their finger maps:*** N. N. Byl, S. Nagarajan, and A. L. McKenzie. 2003. Effect of sensory discrimination training on structure and function in patients with focal hand dystonia: A case series. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation,* 84(10): 1505–14. Merzenich has helped Japanese people trying to speak English without an accent get out of their brain traps (see page 122). Knowing that the basis for this problem lies in the absence of a differentiated auditory cortex for certain sounds, Merzenich and his collaborators set out to differentiate them. Using the same kind of approach as *Fast ForWord,* he radically modified the *r* and *l* sounds, so that the difference was *grossly* exaggerated and the Japanese listeners could pick it up. Then the team gradually normalized the sounds, while the subjects were listening. It was essential for the speakers to always pay very close attention throughout the exercises, something they didn't do in normal speech. It took about ten to twenty hours of training to learn to make the distinction. "You can teach anybody to speak an accentless second language as an adult," Merzenich says, "but it requires very intense training."

124 ·***perversions:*** The notion of "perversion" implies that our sexual drive is like a river that most naturally flows in a certain channel, until something happens that puts it off course and diverts, or perverts, its direction. People who call themselves "kinky" concede the point, a kink being something with a twist in it.

125 •***Sexual sadism:*** True, some reject the idea that in perversion, aggression gets linked with sexuality. The literary critic Camille Paglia argues that sexuality is by nature aggressive. "My theory," she says, "is that whenever sexual freedom is sought or achieved, sadomasochism will not be far behind." She attacks feminists who believe that sex is all sugar and spice and who argue that it is patriarchal society that makes sex violent. Sex, for Paglia, is about power; society is not the source of sexual violence; sex, the irrepressible natural force, is. If anything, society is the force that inhibits the inherent violence of sex. Paglia is certainly more realistic than those who would deny that perversion is rife with aggression. But in assuming that sex is fundamentally aggressive, and sadomasochistic, she doesn't allow for the plasticity of human sexuality. Just because sex and aggression can unite in a plastic brain, and appear "natural," doesn't mean that that is their only possible expression. We have seen that certain brain chemicals released in sex, such as oxytocin, cause us to be tender to each other. It is no more accurate to say that fully realized sexuality is always violent than to say it is always gentle and sweet. C. Paglia. 1990. *Sexual personae*. New Haven: Yale University Press, 3.

125 ***Robert Stoller . . . did make important discoveries:*** R. J. Stoller. 1991. *Pain and passion: A psychoanalyst explores the world of S & M*. New York: Plenum Press.

125 ***"they had to be confined . . . Hence the perversions":*** Ibid., 25.

129 •***A fetish . . . is an object:*** More precisely, Stoller wrote, "a fetish is a story masquerading as an object."

Chapter 5
Midnight Resurrections

135 ***Stroke is one of the leading causes of disability:*** P. W. Duncan. 2002. Guest editorial. *Journal of Rehabilitation Research and Development*, 39(3): ix–xi.

135 ***Until CI therapy, studies . . . concluded that no existing treatment was effective:*** P. W. Duncan. 1997. Synthesis of intervention trials to improve motor recovery following stroke. *Topics in Stroke Rehabilitation*, 3(4): 1–20; E. Ernst. 1990. A review of stroke rehabilitation and physiotherapy. *Stroke*, 21(7): 1081–85; K. J. Ottenbacher and S. Jannell. 1993. The results of clinical trials in stroke rehabilitation research. *Archives of Neurology*, 50(1): 37–44; J. de Pedro-Cuesta, L. Widen-Holmquist, and P. Bach-y-Rita. 1992. Evaluation of stroke rehabilitation by randomized controlled studies: A review. *Acta Neurologica Scandinavica*, 86:433–39.

137 •***John B. Watson, wrote derisively, "Most of the psychologists talk . . . about the formation of new pathways in the brain":*** The neuroplasticians would show that the arrogant Watson couldn't have been more wrong, and that our thoughts and skills do form new pathways and deepen older ones. J. B. Watson. 1925. *Behaviorism*. New York: W. W. Norton & Co.

139 •***Even . . . voluntary movements . . . require the motor cortex to modify* preexisting *reflexes:*** The idea that everything we do is a reflex had roots that predated Sherrington, and understanding these roots helps one understand why the idea took hold. The German physiologist Ernest Brücke proposed that all brain functioning involved reflex functions. Brücke was wary of the tendency, popular in his day, to describe the nervous system by reference to spiritual or magical but vague "vital forces." Brücke and his followers wanted to describe the nervous system in terms consistent with Newton's laws of action and reaction, and with what was known about electricity. For them, the nervous system, to be a system, had to be mechanistic. The idea of reflex, in which a physical *stimulus* gave rise to an excitation that traveled along a sensory nerve, to a motor nerve, which it excited, giving rise to a *response*, was very appealing to behaviorists, because here was a complex action that didn't involve the mind. For behaviorists, the mind became a passive spectator, and how it influenced or was influenced by the nervous system remained unclear. B. F. Skinner

devoted a major portion of one of his books on behaviorism to the reflexological theory.

139 ***·The monkeys . . . started using their deafferented arms:*** Taub eventually discovered that a German, H. Munk, reported performing a deafferentation in 1909 and was able to get the monkey to feed itself if he restrained the good arm and rewarded use of the deafferented arm.

140 ***·Ivan Pavlov . . . argued that the brain is plastic:*** He wrote: ". . . our system is self-regulatory in the highest degree,—self-maintaining, repairing, readjusting, and even improving. The chief, strongest, and ever-present impression received from the study of the higher nervous activity by our method, is the extreme plasticity of this activity, its immense possibilities: nothing remains stationary, unyielding; and everything could always be attained, all could be changed for the better, were only the appropriate conditions realized." Cited in D. L. Grimsley and G. Windholz. 2000. The neurophysiological aspects of Pavlov's theory of higher nervous activity: In honor of the 150th anniversary of Pavlov's birth. *Journal of the History of the Neurosciences,* 9(2): 152–163, especially 161. Original passage from I. P. Pavlov. 1932. The reply of a physiologist to psychologists. *Psychological Review,* 39(2): 91–127, 127.

141 ***Spinal shock can last from two to six months:*** G. Uswatte and E. Taub. 1999. Constraint-induced movement therapy: New approaches to outcomes measurement in rehabilitation. In D. T. Stuss, G. Winocur, and I. H. Robertson, eds., *Cognitive neurorehabilitation.* Cambridge: Cambridge University Press, 215–29.

142 ***He then tested whether he could correct learned nonuse several years after it had developed:*** E. Taub. 1977. Movement in nonhuman primates deprived of somatosensory feedback. In J. F. Keogh, ed., *Exercise and sport sciences reviews.* Santa Barbara: Journal Publishing Affiliates, 4:335–74; E. Taub. 1980. Somatosensory deafferentation research with monkeys: Implications for rehabilitation medicine. In L. P. Ince, ed., *Behavioral psychology in rehabilitation*

medicine: Clinical applications. Baltimore: Williams & Wilkins, 371–401.

142 ***Taub believed these discoveries meant that people who had had strokes . . . even years earlier, might be suffering from learned nonuse:*** E. Taub, 1980.

144 ***arson, property destruction . . . acceptable "when they directly alleviate the pain and suffering of an animal":*** K. Bartlett. 1989. The animal-right battle: A jungle of pros and cons. *Seattle Times,* January 15, A2.

144 ***Taub was demonized . . . Nazi Dr. Mengele:*** C. Fraser. 1993. The raid at Silver Spring. *New Yorker,* April 19, 66.

145 ***Taub has always contended that Pacheco's photos were staged:*** E. Taub. 1991. The Silver Spring monkey incident: The untold story. *Coalition for Animals and Animal Research,* Winter/Spring, 4(1): 2–3.

146 ***asked Pacheco if they had been taken . . . to Gainesville, Florida, and he said, "That's a pretty good guess":*** C. Fraser, 1993, 74.

146 ***·By the end of Taub's first trial before a judge, in November 1981, 113 of the 119 charges against him had been dismissed:*** The Department of Agriculture veterinarian who made unannounced visits to the Taub laboratory during the period that Pacheco was there testified that he did not find the unsatisfactory conditions depicted by Pacheco. Taub was not found guilty of cruel or inhumane treatment of the animals but still was fined $3,500 for the remaining charges. It was argued that he should have obtained outside veterinary help for six of his deafferented monkeys instead of treating them himself—though no veterinarian had his expertise with deafferented animals—so six counts remained against him, one for each animal.

Because Taub's convictions in the first trial were for misdemeanors, he was now entitled, by law, to a trial by jury. By the end of that second trial, in June 1982, he was acquitted of five of the six remaining charges, or 118 of 119 original charges. The sole charge remaining was that the lab didn't provide adequate veterinary

care for one monkey, Nero, which allegedly caused him to develop a bone infection. Taub has written that there was a pathology report showing that the monkey did *not* have a bone infection. E. Taub, 1991, 6.

146 •***the NIH, which reversed its decision:*** T. Dajer. 1992. Monkeying with the brain. *Discover*, January, 70–71. Few scientists helped Taub, but among them were Neal Miller and Vernon Mountcastle (Merzenich's mentor), who stood up for Taub and helped in his defense.

146 •***When he was finally . . . there were demonstrations:*** A donor with PETA sympathies, who had pledged a million-dollar bequest, said she would withdraw it if Taub was kept. Some Alabama faculty argued that even if he was innocent, he was too controversial.

147 •***80 percent of stroke patients who have lost arm function can improve substantially:*** E. Taub, G. Uswatte, M. Bowman, A. Delgado, C. Bryson, D. Morris, and V. W. Mark. 2005. Use of CI therapy for plegic hands after chronic stroke. Presentation at the Society for Neuroscience, Washington, DC, November 16, 2005. An earlier paper documented a 50 percent improvement rate: G. Uswatte and E. Taub. 1999. Constraint-induced movement therapy: New approaches to outcomes measurement in rehabilitation. In D. T. Stuss, G. Winocur, and I. H. Robertson, eds., *Cognitive neurorehabilitation*. Cambridge: Cambridge University Press, 215–29.

147 ***Many . . . had severe, chronic strokes and showed very large improvements:*** E. Taub, G. Uswatte, D. K. King, D. Morris, J. E. Crago, and A. Chatterjee. 2006. A placebo-controlled trial of constraint-induced movement therapy for upper extremity after stroke. *Stroke*, 37(4): 1045–49. E. Taub, G. Uswatte, and T. Elbert. 2002. New treatments in neurorehabilitation founded on basic research. *Nature Reviews Neuroscience*, 3(3): 228–36.

147 ***Even patients who had had their strokes . . . more than four years before:*** E. Taub, N. E. Miller, T. A. Novack, E. W. Cook, W. C. Fleming, C. S. Nepomuceno, J. S. Connell, and J. E. Crago. 1993.

Technique to improve chronic motor deficit after stroke. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 74(4): 347–54.

149 ***After CI therapy the size of the brain map . . . doubled:*** J. Liepert, W. H. R. Miltner, H. Bauder, M. Sommer, C. Dettmers, E. Taub, and C. Weiller. 1998. Motor cortex plasticity during constraint-induced movement therapy in stroke patients. *Neuroscience Letters*, 250:5–8.

149 ***The second study showed . . . changes . . . in both hemispheres:*** B. Kopp, A. Kunkel, W. Mühlnickel, K. Villringer, E. Taub, and H. Flor. 1999. Plasticity in the motor system related to therapy-induced improvement of movement after stroke. *NeuroReport*, 10(4): 807–10.

149 ***·New neurons have to take over the lost functions, and they may not be quite as effective:*** While plasticity makes recovery possible, competitive plasticity may also be a factor that limits some recoveries in people who get conventional treatment. The brain has neurons that can adapt and take over either lost movement or lost cognitive functions, and that may therefore be used for either function during recovery. University of Toronto researcher Robin Green is studying this phenomenon. Preliminary data—not on patients receiving Taub's treatment, but on patients in an inpatient neurorehabilitation program—show that in some patients who have both movement and cognitive deficits from their strokes there is a trade-off as they improve; the more cognitive improvement they show, the less improvement they make in movement, and vice versa. R. E. A. Green, B. Christensen, B. Melo, G. Monette, M. Bayley, D. Hebert, E. Inness, and W. Mcilroy. 2006. Is there a trade-off between cognitive and motor recovery after traumatic brain injury due to competition for limited neural resources? *Brain and Cognition*, 60(2): 199–201.

154 ***to help stroke patients who have damage to Broca's area:*** F. Pulvermüller, B. Neininger, T. Elbert, B. Mohr, B. Rockstroh, M. A. Koebbel, and E. Taub. 2001. Constraint-induced therapy of chronic aphasia after stroke. *Stroke*, 32(7): 1621–26.

155 ***the CI therapy group had a 30 percent increase in communication:*** Ibid.

156 ***He has begun working with children with cerebral palsy:*** E. Taub, S. Landesman Ramey, S. DeLuca, and K. Echols. 2004. Efficacy of constraint-induced movement therapy for children with cerebral palsy with asymmetric motor impairment. *Pediatrics*, 113(2): 305–12.

161 ***the largest amount of rewiring that had ever been mapped:*** T. P. Pons, P. E. Garraghty, A. K. Ommaya, J. H. Kaas, E. Taub, and M. Mishkin. 1991. Massive cortical reorganization after sensory deafferentation in adult macaques. *Science*, 252(5014): 1857–60.

Chapter 6
Brain Lock Unlocked

164 ***a desperate college student . . . put a gun in his mouth . . . was found . . . cured:*** Associated Press story, February 24, 1988. Cited in J. L. Rapoport. 1989. *The boy who couldn't stop washing.* New York: E. P. Dutton, 8–9.

166 ***·The worries can be bizarre—and make no conceivable sense:*** Only in rare cases are people with OCD totally unable to appreciate that their fears are overblown, and sometimes such people have both OCD and a near psychotic, or psychotic, illness.

166 ***A husband . . . thought that there are razor blades attached to his fingernails:*** J. M. Schwartz and S. Begley. 2002. *The mind and the brain: Neuroplasticity and the power of mental force.* New York: ReganBooks/HarperCollins, 19.

167 ***Schwartz describes a man who feared . . . battery acid:*** Ibid., xxvii, 63.

168 ***Schwartz has developed an effective . . . treatment:*** J. M. Schwartz and B. Beyette. 1996. *Brain lock: Free yourself from obsessive-compulsive behavior.* New York: ReganBooks/HarperCollins.

169–170 ***·the caudate nucleus . . . allows our thoughts to flow:*** The caudate is right next to a brain area called the putamen that performs

a similar function but is the automatic transmission for movement. It knits individual movements into a flowing automatic sequence. When the putamen gets damaged in Huntington's disease, patients can't go automatically from one movement to another. They have to think about every movement they perform, or they literally get stuck. Each movement is as laborious as it was the very first time they learned it. Every movement—brushing, getting out of bed, answering the phone—requires constant, effortful attention. J. J. Ratey and C. Johnson. 1997. *Shadow syndromes.* New York: Pantheon Books, 308–9.

170 ***·OCD . . . can also be caused by infections that swell the caudate:*** National Institutes of Health researchers recently discovered that some children who showed no signs of OCD suddenly developed it overnight after suffering from strep throat. Some became compulsive hand-washers. MRI brain scans showed that their caudates were swollen 24 percent larger than normal. These children had had common group A streptococcal infections, which their bodies' immune systems fought, attacking the infection but also attacking the caudate, developing an autoimmune disease, in which their antibodies attacked their own body along with the invading organism. The usual treatments for an autoimmune disease are drugs that suppress the immune system and washing the antibodies out of the system. With these therapies, the OCD disappeared in these children. A few of the children who got strep throat already had OCD, and they got markedly worse. It was also noted that the swelling of the caudate was proportional to the severity of the OCD.

170 ***unlocking the link between the orbital cortex and the cingulate and normalizing . . . the caudate:*** J. M. Schwartz and S. Begley, 2002, 75.

171 ***pictures of the abnormal OCD brain scan:*** J. M. Schwartz and B. Beyette, 1996.

171 ***"exposure and response prevention" . . . helps about half of OCD patients:*** J. S. Abramowitz. 2006. The psychological treatment of

obsessive-compulsive disorder. *Canadian Journal of Psychiatry*, 51(7): 407–16, especially 411, 415.

171 ***30 percent of patients refused:*** Ibid., 414.

172 ***As Schwartz says, ". . . cognitive distortion is just not an intrinsic part of the disease":*** J. M. Schwartz and S. Begley, 2002, 77.

173 **"*The struggle . . .* is not to give in to the feeling":** J. M. Schwartz and B. Beyette, 1996, 18.

173 ·***any time spent resisting is beneficial:*** If you want to lift a hundred pounds, you don't expect to succeed the first time. You start with a lighter weight and work up little by little. You actually fail to lift a hundred pounds, every day, until the day you succeed. But it is in the days when you are exerting yourself that the growth is occurring.

Chapter 7. Pain

180 ***Phantom limbs . . . give rise to a chronic "phantom pain" in 95 percent of amputees:*** R. Melzack. 1990. Phantom limbs and the concept of a neuromatrix. *Trends in Neuroscience*, 13(3): 88–92; P. Wall. 1999. *Pain: The science of suffering*. London: Weidenfeld & Nicholson.

180 ***"phantom pain" . . . often persists for a lifetime:*** P. Wall, 1999, 10.

180 ***women . . . suffer . . . labor pains* even after *their uteruses have been removed:*** T. L. Dorpat. 1971. Phantom sensations of internal organs. *Comprehensive Psychiatry*, 12:27–35.

180 ***men who still feel ulcer pain* after *the ulcer . . . cut out:*** H. F. Gloyne. 1954. Psychosomatic aspects of pain. *Psychoanalytic Review*, 41:135–59.

180 ***hemorrhoidal pain after their rectums . . . removed:*** P. Ovesen, K. Kroner, J. Ornsholt, and K. Bach. 1991. Phantom-related phenomena after rectal amputation: Prevalence and clinical characteristics. *Pain*, 44:289–91.

180 ***bladders were removed who still . . . need to urinate:*** R. Melzack, 1990; P. Wall, 1999.

180 •*"acute pain," alerts us to injury:* Normally pain prevents problems. When we sip a scalding cup of coffee and burn our tongue, we become less likely to swallow and do further damage. Children born with an inability to feel pain, a condition called "congenital analgesia," often die young of what were initially minor ailments. For instance, they do not know to stop walking on a damaged joint and may die of bone infections.

183 ***Ramachandran's finding in the Tom Sorenson case:*** V. S. Ramachandran, D. Rogers-Ramachandran, and M. Stewart. 1992. Perceptual correlates of massive cortical reorganization. *Science*, 258(5085): 1159–60.

183 ***Brain scan studies . . . confirmed a correlation between the amount of plastic change and the . . . pain:*** H. Flor, T. Elbert, S. Knecht, C. Wienbruch, C. Pantev, N. Birbaumer, W. Larbig, and E. Taub. 1995. Phantom-limb pain as a perceptual correlate of cortical reorganization following arm amputation. *Nature*, 375(6531): 482–84.

183 ***he believes, its surviving brain map "hungers" for incoming stimulation:*** V. S. Ramachandran and S. Blakeslee. 1998. *Phantoms in the brain.* New York: William Morrow. Also, personal communication.

183 ***Ramachandran wondered, might a person who is touched, in . . . cross-wiring, feel pain:*** V. S. Ramachandran and S. Blakeslee, 1998, 33.

184 •***The Penfield brain map shows the genitals next to the feet:*** Martha Farah, of the University of Pennsylvania, has noted that babies curled up in the womb often have their legs crossed and folded up against their genitals. Legs and genitals would thus be jointly stimulated when they touch each other, and then map together, because neurons that fire together wire together.

184– ***People are tortured by phantom memories . . . especially if that***
185 ***pain existed at the time of the amputation:*** J. Katz and R. Melzack. 1990. Pain "memories" in phantom limbs: Review and clinical observations. *Pain*, 43:319–36.

185 ***Sometimes a patient can be pain free for decades, and then . . . reactivates:*** W. Noordenbos and P. Wall. 1981. Implications of the failure of nerve resection and graft to cure chronic pain produced by nerve lesions. *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry*, 44:1068–73.

186 ***·imaginary clenching evokes pain because maximum contraction and pain are associated in memory:*** Because the phantom is illusory, the person with clenching pain can't use reality to challenge the memory that associates clenching with pain. So he is locked in the past. Proposed by Ronald Melzack in R. Melzack, 1990.

188 ***half . . . lost their phantom pain:*** V. S. Ramachandran and D. Rogers-Ramachandran. 1996. Synaesthesia in phantom limbs induced with mirrors. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 263(1369): 377–86.

188 ***brain scans show that as these patients improve . . . map shrinkage . . . is reversed:*** P. Giraux and A. Sirigu. 2003. Illusory movements of the paralyzed limb restore motor cortex activity. *NeuroImage*, 20:S107–11.

188 ***·and sensory and motor maps normalize:*** Herta Flor of the University of Heidelberg in Germany, inspired by Ramachandran's work, treated amputees with phantom pain using mirror therapy and did fMRI scans to see what was happening in their heads. At first, they showed no activity in their sensory and motor hand maps for the amputated hand. But as the therapy proceeded, their sensory hand maps for the amputation became active again. This study has not yet been published but was reported in *The Economist*, 2006. Science and technology: A hall of mirrors; Phantom limbs and chronic pain. July 22, 380(8487): 88.

188 ***Marilyn Monroe . . . many bodily defects:*** S. Shaw and N. Rosten. 1987. *Marilyn among friends*. London: Bloomsbury, 16.

190 ***the most important article in the history of pain:*** R. Melzack and P. Wall. 1965. Pain mechanisms: A new theory. *Science*, 150(3699): 971–79.

190 ***•the brain always controls the pain signals we feel:*** Scientists now think in terms of many pain-responsive regions in the brain, called a "pain matrix," including the thalamus, somatosensory cortex, insula, anterior cingulate cortex, and other regions.

191 ***70 percent of the men who were seriously wounded reported that they were not in pain:*** Study by H. Beecher, cited in P. Wall, 1999.

191 ***•the brain closes the "gate," to keep . . . attention riveted on how to get out of harm's way:*** Many people saw the gating phenomenon in 1981, when they saw footage of President Ronald Reagan being shot through the chest with a 9-millimeter bullet, in an assassination attempt. Reagan just stood there feeling nothing. Neither he nor the Secret Service, which slammed him roughly into his car to protect him, knew he had been shot. Reagan said in a CBS documentary, "I had never been shot before, except in the movies. Then you always act as though it hurts. Now I know that does not always happen." Cited ibid., 1999.

191 ***brain scans show that during the placebo effect the brain turns down its own pain-responsive regions:*** T. D. Wager, J. K. Rilling, E. E. Smith, A. Sokolik, K. L. Casey, R. J. Davidson, S. M. Kosslyn, R. M. Rose, and J. D. Cohen. 2004. Placebo-induced changes in fMRI in the anticipation and experience of pain. *Science*, 303(5661): 1162–67.

191 ***the neurons in our pain system are far more plastic:*** R. Melzack, T. J. Coderre, A. L. Vaccarino, and J. Katz. 1999. Pain and neuroplasticity. In J. Grafman and Y. Christen, eds., *Neuronal plasticity: Building a bridge from the laboratory to the clinic.* Berlin: Springer-Verlag, 35–52.

191 ***•a chronic injury can make the cells in the pain system fire more easily . . . making a person hypersensitive to pain:*** Hypersensitivity was proposed by J. MacKenzie. 1893. Some points bearing on the association of sensory disorders and visceral diseases. *Brain*, 16:321–54.

191 ***Maps can also enlarge . . . increasing pain sensitivity:*** R. Melzack, T. J. Coderre, A. L. Vaccarino, and J. Katz, 1999, 37.

191 ***pain signals in one map can "spill" into adjacent pain maps, and we may develop "referred pain":*** R. Melzack, T. J. Coderre, A. L. Vaccarino, and J. Katz, 1999, 46.

192 ***"Pain is an opinion on the organism's state":*** V. S. Ramachandran and S. Blakeslee, 1998, 54.

192 ***could he also use the mirror box to make chronic pain in a real limb disappear:*** V. S. Ramachandran. 2003. *The emerging mind: The Reith lectures 2003*. London: Profile Books, 18–20.

193 ***·What better way . . . to prevent movement than to make sure the motor command itself triggers pain:*** In the cases Ramachandran described, chronic pain and pathological guarding occurred because the motor command for a movement was wired directly into the pain center, so even the thought of moving caused preemptive guarding and pain. I suspect that something like preemptive guarding and pain occurs when people feel pangs of guilt when they only imagine doing bad things. The motor command for the forbidden wish is wired directly into an anxiety center, so that it triggers anguish, even before it is enacted. This would give guilt the ability to preempt bad actions, not just to make us feel bad after the fact.

193 ***In a study conducted by . . . Patrick Wall:*** C. S. McCabe, R. C. Haigh, E. F. J. Ring, P. W. Halligan, P. D. Wall, and D. R. Black. 2003. A controlled pilot study of the utility of mirror visual feedback in the treatment of complex regional pain syndrome (type 1). *Rheumatology,* 42:97–101. They studied complex regional pain syndrome, or CRPS, which includes a number of syndromes, including reflex sympathetic dystrophy, causalgia, and algodystrophy.

194 ***An Australian scientist, G. L. Moseley:*** G. L. Moseley. 2004. Graded motor imagery is effective for long-standing complex regional pain syndrome: A randomised controlled trial. *Pain,* 108:192–98.

195 ***Postoperative phantom pain can be minimized if surgical patients get . . . local anesthetics . . .* before *the general anesthetic:*** S. Bach, M. F. Noreng, and N. U. Tjéllden. 1988. Phantom limb pain in amputees during the first twelve months following limb

amputation, after preoperative lumbar epidural blockade. *Pain,* 33:297–301; Z. Seltzer, B. Z. Beilen, R. Ginzburg, Y. Paran, and T. Shimko. 1991. The role of injury discharge in the induction of neuropathic pain behavior in rats. *Pain,* 46:327–36; P. M. Dougherty, C. J. Garrison, and S. M. Carlton. 1992. Differential influence of local anesthesia upon two models of experimentally induced peripheral mononeuropathy in rats. *Brain Research,* 570:109–15.

195 ***·Pain-killers, administered before surgery, not just afterward . . . prevent plastic change in the brain's pain map:*** R. Melzack, T. J. Coderre, A. L. Vaccarino, and J. Katz, 1999, 35–52, 43–45; Herta Flor has used the same reasoning, to decrease the postoperative pain of patients undergoing amputation, by administering the drug memantine. Following Ramachandran's idea that phantom pain is a memory that has been locked into the system, she uses memantine to block the activity of proteins necessary to form memories. She has found that the drug works if given before, or in the four weeks immediately after, amputations. Reported in *The Economist,* 2006.

195 ***the mirror box is effective on . . . stroke:*** E. L. Altschuler, S. B. Wisdom, L. Stone, C. Foster, D. Galasko, D. M. E. Llewellyn, and V. S. Ramachandran. 1999. Rehabilitation of hemiparesis after stroke with a mirror. *Lancet,* 353(9169): 2035–36.

195 ***mirror therapy was helpful . . . for a Taub-like treatment:*** K. Sathian, A. I. Greenspan, and S. L. Wolf. 2000. Doing it with mirrors: A case study of a novel approach to neurorehabilitation. *Neurorehabilitation and Neural Repair,* 14(1): 73–76.

Chapter 8
Imagination

196 ***·A changing magnetic field induces an electric current around it:*** It was Michael Faraday who discovered, in the nineteenth century, that a changing magnetic field induces an electric current around it.

197 ***To determine the function of a specific brain area:*** A. Pascual-Leone, F. Tarazona, J. Keenan, J. M. Tormos, R. Hamilton, and M. D. Catala. 1999. Transcranial magnetic stimulation and neuroplasticity. *Neuropsychologia*, 37:207–17.

197 ***"repetitive TMS":*** A. Pascual-Leone, J. Valls-Sole, E. M. Wassermann, and M. Hallet. 1994. Responses to rapid-rate transcranial magnetic stimulation of the human motor cortex. *Brain*, 117: 847–58.

198 ***Pascual-Leone's group was the first to show that rTMS is effective in treating . . . depressed patients:*** A. Pascual-Leone, B. Rubio, F. Pallardo, and M. D. Catala. 1996. Rapid-rate transcranial stimulation of left dorsolateral prefrontal cortex in drug-resistant depression. *Lancet*, 348(9022): 233–37.

198 ***•rTMS . . . had fewer side effects:*** Unlike electroconvulsive therapy, or ECT, TMS doesn't require the patient to be anesthetized and doesn't cause a seizure. It also causes fewer short-term cognitive side effects, such as memory problems.

198 ***He studied how people learn . . . Braille:*** A. Pascual-Leone, R. Hamilton, J. M. Tormos, J. P. Keenan, and M. D. Catala. 1999. Neuroplasticity in the adjustment to blindness. In J. Grafman and Y. Christen, eds., *Neuronal plasticity: Building a bridge from the laboratory to the clinic*. New York: Springer-Verlag, 94–108, especially 97.

198 ***•When Pascual-Leone used TMS to map the motor cortex:*** To map the motor cortex, Pascual-Leone stimulated a part of the cortex, observed which muscle moved, and recorded it. Then he shifted the TMS paddle a centimeter on the subject's head. He observed whether it triggered the same muscle or a different one. To map the size of the *sensory* map, he touched the subject's fingertips and asked if the subject felt it. Then he applied TMS to the subject's brain to see whether he could *block* those sensations. If he could, he knew the area in the brain that he blocked was part of the sensory map. By seeing *how much* transmagnetic stimulation it took to block the person from feeling they were being touched,

he got a sense of how substantial the sensory map was. If he had to turn up the stimulation to a high intensity to block the sensation, he knew there was a lot of cortical map representation for the fingertip. He then moved the TMS paddle around to different positions on the scalp, to determine the map's precise borders. A. Pascual-Leone and F. Torres. 1993. Plasticity of the sensorimotor cortex representation of the reading finger in Braille readers. *Brain,* 116:39–52; A. Pascual-Leone, R. Hamilton, J. M. Tormos, J. P. Keenan, and M. D. Catala, 1999, 94–108.

200 ***•our thoughts can change the material structure of our brains:*** The groundwork for the idea that thoughts can change the physical structure of the brain was proposed five hundred years ago by Thomas Hobbes (1588–1679), then was developed by the philosopher Alexander Bain, Sigmund Freud, and the neuroanatomist Santiago Ramón y Cajal.

Hobbes proposed that our imagination was related to sensation, and that sensation led to physical changes in the brain. T. Hobbes. 1651/1968. *Leviathan*. London: Penguin, 85–88. See also his work *De Corpore.* He argued that when a person is touched, the impact, in the form of movement, travels down the nerves, leading to sensory impressions. The same happens, he argued, when the eye is struck by light—the impact creates "movement" in the nerves. Indeed, this idea that movement extends into the nervous system is still alive in our language when we speak of sense "impressions"—for impressions are usually caused by a moving force applying pressure. Hobbes defined imagination as "nothing but decaying sense." Thus, when we see something, then shut our eyes, we can still imagine it, though more faintly because it is "decaying." He argued that when we "imagine" a fanciful thing like a centaur, we simply combine two images, for a centaur is the image of a man and a horse combined.

Hobbes's idea that the nerves "move" in response to touch, light, sound, and so forth was not a bad guess in an era long before electricity was understood, for he correctly intuited that the nerves

convey some kind of physical energy to the brain. (He may have had help from Galileo, whom he visited on a trip to Italy. Hobbes, possibly at Galileo's suggestion, began to apply Galileo's new physical laws of movement to the understanding of the mind and sensation.)

Similarly, Hobbes's assertion that imagination is "nothing but decaying sense" proves to be extremely insightful. PET scans show that imagined visual images are generated by the same visual centers as are real images produced by external stimuli.

Hobbes was a materialist: he thought the nervous system, the brain, and the mind all work on the same principles, so he had no trouble, in principle, understanding how changes in thought might lead to changes in the nerves. His idea was opposed by his contemporary René Descartes, who argued that the mind and brain work by completely different laws. The mind, or the soul as he sometimes called it, has nonmaterial thoughts, and it doesn't obey the same physical laws as the material brain. Our existence consists of this duality, and people who follow Descartes are called "dualists." But Descartes could never credibly explain how the immaterial mind could influence the material brain. For centuries, most scientists followed Descartes, with the result that it seemed impossible to envision the idea that a thought might change the structure of the physical brain.

Two hundred years later, in 1873, philosopher Alexander Bain took Hobbes's idea to the next level and proposed that each time a thought, memory, habit, or train of ideas occurs, there is some "growth in the cell junctions" of the brain. A. Bain. 1873. *Mind and body: The theories of their relation.* London: Henry S. King. Thoughts lead to changes in what would come to be called the "synapses." Then Freud, based on his own neuroscience research, added that "imagination" too led to changes in neuronal connections.

In 1904 Santiago Ramón y Cajal, a Spanish neuroanatomist, speculated that not only physical practice but mental practice leads to changes in these networks. See below and text.

201 ***the "organ of thought is . . . malleable, and perfectible by well-directed mental exercise":*** S. Ramón y Cajal. 1894. The Croonian lecture: La fine structure des centres nerveux. *Proceedings of the Royal Society of London*, 55:444–68, especially 467–68.

201 **·*He also had the intuition that this process would be . . . pronounced . . . in pianists:*** S. Ramón y Cajal wrote, "The work of a pianist . . . is inaccessible for the untrained human, as the acquisition of new abilities requires many years of mental and physical practice. In order to fully understand this complicated phenomenon it is necessary to admit, in addition to the strengthening of pre-established organic pathways, the establishment of new ones, through ramification and progressive growth of dendritic arborizations and nervous terminals . . . Such a development takes place in response to exercise, while it stops and may be reversed in brain spheres that are not cultivated." S. Ramón y Cajal. 1904. *Textura del sistema nervioso del hombre y de los sertebrados.* Cited by A. Pascual-Leone. 2001. The brain that plays music and is changed by it. In R. Zatorre and I. Peretz, eds., *The biological foundations of music.* New York: Annals of the New York Academy of Sciences, 315–29, especially 316.

201 ***The details of the imagining experiment were simple:*** A. Pascual-Leone, N. Dang, L. G. Cohen, J. P. Brasil-Neto, A. Cammarota, and M. Hallett. 1995. Modulation of muscle responses evoked by transcranial magnetic stimulation during the acquisition of new fine motor skills. *Journal of Neurophysiology*, 74(3): 1037–45, especially 1041.

202 ***Glenn Gould relied largely on mental practice:*** B. Monsaingeon. 1983. *Écrits/Glenn Gould, vol. 1, Le dernier puritain.* Paris: Fayard; J. DesCôteaux and H. Leclère. 1995. Learning surgical technical skills. *Canadian Journal of Surgery*, 38(1): 33–38.

203 ***Rüdiger Gamm, a young German . . . human calculator:*** M. Pesenti, L. Zago, F. Crivello, E. Mellet, D. Samson, B. Duroux, X. Seron, B. Mazoyer, and N. Tzourio-Mazoyer. 2001. Mental

calculation in a prodigy is sustained by right prefrontal and medial temporal areas. *Nature Neuroscience,* 4(1): 103–7.

203 ***When people close their eyes and visualize . . . the letter* a:** E. R. Kandel, J. H. Schwartz, and T. M. Jessell, eds. 2000. *Principles of Neural Science,* 4th ed. New York: McGraw-Hill, 394; M. J. Farah, F. Peronnet, L. L. Weisberg, and M. Monheit. 1990. Brain activity underlying visual imagery: Event-related potentials during mental image generation. *Journal of Cognitive Neuroscience,* 1:302–16; S. M. Kosslyn, N. M. Alpert, W. L. Thompson, V. Maljkovic, S. B. Weise, C. F. Chabris, S. E. Hamilton, S. L. Rauch, and F. S. Buonanno. 1993. Visual mental imagery activates topographically organized visual cortex: PET investigations. *Journal of Cognitive Neuroscience,* 5:263–87. Yet the following paper is an exception and does not find evidence for the activation of the primary visual cortex in visual imagery: P. E. Roland and B. Gulyas. 1994. Visual imagery and visual representation. *Trends in Neurosciences,* 17(7): 281–87.

204 ***in action and imagination many of the same parts of the brain are activated:*** K. M. Stephan, G. R. Fink, R. E. Passingham, D. Silbersweig, A. O. Ceballos-Baumann, C. D. Frith, and R. S. J. Frackowiak. 1995. Functional anatomy of mental representation of upper extremity movements in healthy subjects. *Journal of Neurophysiology,* 73(1): 373–86.

204 ***Those who only* imagined *. . . increased their muscle strength by 22 percent*:** G. Yue and K. J. Cole. 1992. Strength increases from the motor program: Comparison of training with maximal voluntary and imagined muscle contractions. *Journal of Neurophysiology,* 67(5): 1114–23.

205 ***These [thought translation] machines were developed in a few simple steps:*** J. K. Chapin. 2004. Using multi-neuron population recordings for neural prosthetics. *Nature Neuroscience,* 7(5): 452–55.

205 ***Miguel Nicolelis and John Chapin began a behavioral experiment, with the goal of learning to read an animal's thoughts:***

M. A. L. Nicolelis and J. K. Chapin. 2002. Controlling robots with the mind. *Scientific American*, October, 47–53.

206 ***The team has since taught . . . monkeys to use only their thoughts to move a robotic arm:*** J. M. Carmena, M. A. Lebedev, R. E. Crist, J. E. O'Doherty, D. M. Santucci, D. F. Dimitrov, P. G. Patil, C. S. Henriquez, and M. A. L. Nicolelis. 2003. Learning to control a brain-machine interface for reaching and grasping by primates. *PLOS Biology*, 1(2): 193–208.

207 ·***After four days of practice he was able to move a computer cursor . . . using his thoughts:*** L. R. Hochberg, M. D. Serruya, G. M. Friehs, J. A. Mukand, M. Saleh, A. H. Caplan, A. Branner, D. Chen, R. D. Penn, and J. P. Donoghue. 2006. Neuronal ensemble control of prosthetic devices by a human with tetraplegia. *Nature*, 442(7099): 164–71; A. Pollack. 2006. Paralyzed man uses thoughts to move cursor. *New York Times*, July 13, front page. This breakthrough followed work Donoghue had done with Mijail D. Serruya, which involved teaching rhesus monkeys to move cursors on computers with their thoughts, using only six neurons. M. D. Serruya, N. G. Hatsopoulos, L. Paninski, M. R. Fellows, and J. P. Donoghue, 2002. Brain-machine interface: Instant neural control of a movement signal. *Nature*, 416(6877): 141–42.

207 ***Some scientists hope to develop a technology less invasive than microelectrodes:*** A. Kübler, B. Kotchoubey, T. Hinterberger, N. Ghanayim, J. Perelmouter, M. Schauer, C. Fritsch, E. Taub, and N. Birbaumer. 1999. The thought translation device: A neurophysiological approach to communication in total motor paralysis. *Experimental Brain Research*, 124:223–32; N. Birbaumer, N. Ghanayim, T. Hinterberger, I. Iversen, B. Kotchoubey, A. Kübler, J. Perelmouter, E. Taub, and H. Flor. 1999. A spelling device for the paralyzed. *Nature*, 398(6725): 297–98.

207 ***Most people who are right-handed find that their "mental left hand" is slower:*** J. Decety and F. Michel. 1989. Comparative analysis of actual and mental movement times in two graphic tasks. *Brain and Cognition*, 11:87–97; J. Decety. 1996. Do imagined and

executed actions share the same neural substrate? *Cognitive Brain Research*, 3:87–93; J. Decety. 1999. The perception of action: Its putative effect on neural plasticity. In J. Grafman and Y. Christen, eds., 109–30.

207–208 ***patients with stroke or Parkinson's disease . . . took longer to imagine moving the affected limb:*** Reviewed in M. Jeannerod and J. Decety, 1995. Mental motor imagery: A window into the representational stages of action. *Current Opinion in Neurobiology*, 5:727–32.

208 ***·Both mental imagery and actions are . . . products of the*** **same** ***motor program:*** Decety has also shown that when people imagine walking with a heavy load, their autonomic nervous system—breathing and heart rate—is activated.

211 ***Pascual-Leone, working with Roy Hamilton . . . propose a theory:*** A. Pascual-Leone and R. Hamilton. 2001. The metamodal organization of the brain. In C. Casanova and M. Ptito, eds., *Progress in Brain Research*, Vol. 134. San Diego, CA: Elsevier Science, 427–45.

212 ***·Someone . . . memorizing Homer's*** **Iliad,** ***might blindfold himself to recruit operators:*** Such manipulation of senses and the brain is not so uncommon. The anthropologist Edmund Carpenter, who worked with Marshall McLuhan (discussed in appendix 1), observed that "every culture has a sensory profile, and native cultures, for example, to maximize sound will minimize sight. So the dancer is often blinded, deliberately. Or, you may find, they will deliberately turn sound into a textile thing, so they will plug their ears when they sing. If you begin to examine cultures I think you will find all peoples do this. We go into an art gallery and the sign says 'Do Not Touch.' A concert goer closes his eyes. To maximize [reading] in a library, it says, 'Silence.'" From the film *McLuhan's Wake*. 2002. Written by David Sobelman; directed by Kevin McMahon. National Film Board of Canada, section Voices, audio interview, with Edmund Carpenter.

214 ·***the immaterial, ghostlike soul Descartes placed within:*** There are those who argue that Descartes may not have believed his proposal that the rational soul is not a physical thing and that he voiced it so as not to offend the Catholic Church. The Church considered the soul a *supernatural* phenomenon, which could not be physical because it was immortal and survived death and the physical, material body.

Descartes was part of the movement that sought to revolutionize humanity by using modern science to explain all living things, a project that brought him into direct conflict with the Church of the time, which had its own explanations for nature, life, the body, the brain, and the mind. Descartes had reasons to be careful: Galileo was shown the instruments of torture by the Inquisition when his theories and observations about the physical world seemed to challenge Church teaching. When Descartes found this out, he chose to suppress many of his own writings. In later years Descartes often kept only one step ahead of various persecutors, who alleged he was an atheist. In the last thirteen years of his life he resided at twenty-four different addresses.

Descartes dropped hints that he did not always write exactly what he believed and took political realities into account. He wrote, "I have composed my philosophy in such a way as not to shock anyone, and so that it can be received everywhere." R. Descartes. 1596–1659. *Oeuvres.* C. Adam and P. Tannery, eds. 1910. Paris: L. Cerf, 5:159. His chosen epigraph for his tombstone was from Ovid: "Bene qui latuit, bene vixit," or "He who hid well, lived well." Also see A. R. Damasio. 1994. *Descartes' error: Emotion, reason and the human brain.* New York: G. P. Putnam's Sons.

214 ***Any plasticity . . . existed in the mind, with its changing thoughts, not in the brain:*** C. Clemente. 1976. Changes in afferent connections following brain injury. In G. M. Austin, ed., *Contemporary aspects of cerebrovascular disease.* Dallas, TX: Professional Information Library, 60–93.

214 ·***While we have yet to understand exactly* how *thoughts actually change brain structure:*** Jeffrey Schwartz, who invented the brain lock treatment, has proposed a theory that uses quantum mechanics to attempt to explain how mental activities might alter the neural structure. I lack the competence to assess it. In J. M. Schwartz and S. Begley. 2002. *The mind and the brain: Neuroplasticity and the power of mental force.* New York: ReganBooks/HarperCollins.

Chapter 9
Turning Our Ghosts into Ancestors

218 ***Kandel was the first to show that as we learn, our individual neurons alter their structure:*** E. R. Kandel. 2003. The molecular biology of memory storage: A dialog between genes and synapses. In H. Jörnvall, ed., *Nobel Lectures, Physiology or Medicine, 1996–2000.* Singapore: World Scientific Publishing Co., 402. Also http:/nobelprize.org/nobel_prizes/medicine/laureates/2000/kandel-lecture.html.

218 ***Kandel's hope was to "trap" a learned response in the smallest possible group of neurons:*** E. R. Kandel. 2006. *In search of memory: The emergence of a new science of mind.* New York: W. W. Norton & Co., 166.

219 ***This was the first proof that learning led to neuroplastic strengthening:*** E. R. Kandel. 1983. From metapsychology to molecular biology: Explorations into the nature of anxiety. *American Journal of Psychiatry,* 140(10): 1277–93, especially 1285.

219 ***When the snails developed learned fear, the presynaptic neurons released more:*** Ibid.; E. R. Kandel, 2003, 405.

219 ·***snails could be taught to recognize a stimulus as harmless:*** Learning to recognize a stimulus as harmless is called "habituation" and is a form of learning that we all do when we learn to tune out background noise.

219 ·***Finally Kandel was able to show that snails can also learn to associate two different events and that their nervous systems***

change: What Kandel demonstrated was the neural analog of classical Pavlovian conditioning. This demonstration was crucial to him. Aristotle, the British empiricist philosophers, and Freud had all argued that learning and memory are the result of the mind's associating the events, ideas, and stimuli we experience. Pavlov, who founded behaviorism, discovered classical conditioning, a form of learning in which an animal or person is taught to associate two stimuli. A typical example would be to expose an animal to a benign stimulus, such as the sound of a bell, followed immediately by an unpleasant one, such as a shock, and repeat this a number of times, so that the animal soon begins to respond to the bell alone with fear.

220 •***the changes in the neurons lasted as long as three weeks:*** E. R. Kandel, J. H. Schwartz, and T. M. Jessel. 2000. *Principles of neural science,* 4th ed. New York: McGraw-Hill, 1250. In terms of training effects, they also found that if a snail was given a mild stimulus forty times in a row, the resulting habituation of the gill reflex would last a day. But if ten stimuli were given every day for four days, the effect would last for weeks. So appropriate spacing of learning is a key factor in developing long-term memory. E. R. Kandel, 2006, 193.

220 ***the individual*** **molecules . . .** ***involved in forming long-term memories:*** E. R. Kandel, J. H. Schwartz, and T. M. Jessel, 2000, 1254.

220 ***for short-term memories to become long-term, a new protein had to be made:*** E. R. Kandel, 2006, 241.

220 •***a single neuron . . . might go from having 1,300 to 2,700 synaptic connections:*** This was work by Craig Baily and Mary Chen. If the same cell developed a long-term memory for habituation, it would go from having 1,300 connections to 850, of which only about 100 would be active. Ibid., 214.

221 •***Kandel argues that when psychotherapy changes people, "it presumably does so through learning, by producing changes in gene expression":*** E. R. Kandel. 1998. A new intellectual framework for psychiatry. *American Journal of Psychiatry,* 155(4): 457–69,

especially 460. Along similar lines, neuroscientist Joseph LeDoux has argued that psychiatric disorders might be thought of as malconnection syndromes that occur between synapses of various regions and functions, and that "if the self can be disassembled by experiences that alter connections, presumably it can be reassembled by experiences that establish, change, or renew connections." J. LeDoux. 2002. *The synaptic self: How our brains become who we are.* New York: Viking, 307.

221 ***the talking cure works by "talking to neurons":*** S. C. Vaughan. 1997. *The talking cure: The science behind psychotherapy.* New York: Grosset/Putnam.

221 ***"I remember Kristallnacht even today, more than sixty years later, almost as if it were yesterday":*** E. R. Kandel. 2001. Autobiography. In T. Frängsmyr, ed., *Les Prix Nobel: The Nobel Prizes 2000.* Stockholm: The Nobel Foundation. Also on the Internet at http://nobelprize.org/nobel_prizes/medicine/laureates/2000/kandel-autobio.html.

222 ***psychoanalysis . . . "outlined by far the most coherent, interesting and nuanced view of the human mind":*** E. R. Kandel, 2000, Autobiography.

222 ***how a country . . . could become "so radically dissociated":*** Ibid.

222 ***·Freud began . . . as a laboratory neuroscientist, but because he was too impoverished to continue:*** Despite his brilliance, Freud did not progress through the ranks at the University of Vienna, in part because of his ideas, in part because he was a Jew. He became a lecturer in 1885, and it took seventeen years until he was made a professor. The average span between those appointments was eight years. In the meantime he had a family to support. P. Gay. 1988. *Freud: A life for our time.* New York: W. W. Norton & Co., 138–39.

223 ***wrote a book titled* On Aphasia:** S. Freud. 1891. *On aphasia: A critical study.* New York: International Universities Press.

223 ***In 1895 Freud completed the "Project for a Scientific Psychology":*** S. Freud. 1895/1954. Project for a scientific psychology. Translated

by J. Strachey. In *Standard edition of the complete psychological works of Sigmund Freud,* vol. 1. London: Hogarth Press.

223 ***·still admired for its sophistication:*** Admired by Karl Pribram and Nobel Prize winner Gerald Edelman, among others.

223 ***·The first plastic concept Freud developed is the law that neurons that fire together wire together:*** It is no coincidence that Freud developed plastic concepts after rejecting the simplified localizationism of his day. Having argued that the brain constructs new functional systems connecting neurons spread throughout the brain, in novel ways, as it learns new tasks, he needed to think through how this might play out on a neuronal level, and how it might affect memory and other mental functions. In essence, he developed a more dynamic view of the brain, one that inspired the work of Luria and the birth of neuropsychology. S. Freud, 1891; O. Sacks. 1998. The other road: Freud as neurologist. In M. S. Roth, ed., *Freud: Conflict and culture.* New York: Alfred A. Knopf, 221–34. The "Project" wasn't published until 1954, six years before Kandel began trying to show that learning leads to changes in synapses. (For background on the "Project," see P. Amacher. 1965. *Freud's neurological education and its influence on psychoanalytic theory.* New York: International Universities Press, 57–59; S. Freud, 1895/1954, 319, 338; K. H. Pribram and M. M. Gill. 1976. *Freud's "Project" re-assessed: Preface to contemporary cognitive theory and neuropsychology.* New York: Basic Books, 62–66, 80.) Kandel also knew of Santiago Ramón y Cajal's 1894 proposal that mental activity might strengthen connections between neurons or lead to the formation of new connections. Cajal wrote, "Mental exercise facilitates a greater development of the protoplasmic apparatus and of the nervous collaterals in the parts of the brain in use. In this way, pre-existing connections between groups of cells could be reinforced by multiplication of the terminal branches . . . But the pre-existing connections could also be reinforced by the formation of new collaterals and . . . expansions." S. Ramón y Cajal. 1894. The Croonian lecture: La fine structure des

centres nerveux. *Proceedings of the Royal Society of London*, 55:444–68, especially 466.

223–224 •***all our mental associations . . . are expressions of links formed in our memory networks:*** The relation of memory networks to neuronal networks in associations is implicit and is spelled out in more detail in M. F. Reiser. 1984. Mind, brain, body: Toward a convergence of psychoanalysis and neurobiology. New York: Basic Books, 67.

224 •***His law of association by simultaneity implicitly links changes in neuronal networks with changes in our memory networks:*** For instance, in the "Project," after discussing contact barriers, or synapses, Freud goes on to discuss memory and writes, "A main characteristic of nervous tissue is memory: that is a capacity for being permanently altered by single occurrences." S. Freud, 1895/1954, 299; K. H. Pribram and M. M. Gill, 1976, 64–68.

224 •***Freud's second plastic idea was . . . the related idea of sexual plasticity:*** Freud wrote, "The sexual instincts are noticeable to us for their plasticity, their capacity for altering their aims, their replaceability, which admits of one instinctual satisfaction being replaced by another, and their readiness for being deferred." S. Freud. 1932/1933/1964. New introductory lectures on psycho-analysis. Translated by J. Strachey. In *Standard edition of the complete psychological works of Sigmund Freud*, vol. 22. London: Hogarth Press, 97.

224 ***What happens during these critical periods has an inordinate effect on our ability to love and relate:*** A. N. Schore. 1994. *Affect regulation and the origin of the self: The neurobiology of emotional development.* Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates; A. N. Schore. 2003. *Affect dysregulation and disorders of the self.* New York: W. W. Norton & Co.; A. N. Schore. 2003. *Affect regulation and the repair of the self.* New York: W. W. Norton & Co.

224 ***In 1896 Freud wrote that . . . memory traces are subjected to ". . . a retranscription":*** J. M. Masson, trans. and ed. 1985. *The complete letters of Sigmund Freud to Wilhelm Fliess.* Cambridge, MA: Harvard University Press, 207.

224 ***"analogous in every way to the process by which a nation constructs legends":*** S. Freud. 1909. Notes upon a case of obsessional neurosis. In *Standard edition of the complete psychological works,* vol. 10, 206.

224– ***To be changed . . . memories had to be conscious . . . as neuro-***
225 ***scientists have since shown:*** F. Levin. 2003. Psyche and brain: The biology of talking cures. Madison, CT: International Universities Press.

226 ***The right hemisphere has just completed a growth spurt:*** A. N. Schore, 1994.

226 ***The right hemisphere . . . allows us to . . . read facial expressions, and it connects us:*** A. N. Schore. 2005. A neuropsychoanalytic viewpoint: Commentary on a paper by Steven H. Knoblauch. *Psychoanalytic Dialogues,* 15(6): 829–54.

226 ***It also processes the musical component of speech:*** J. S. Sieratzki and B. Woll. 1996. Why do mothers cradle babies on their left? *Lancet,* 347(9017): 1746–48.

226 ***our right hemisphere dominates the brain for the first three years:*** A. N. Schore. 2005. Back to basics: Attachment, affect regulation, and the developing right brain: Linking developmental neuroscience to pediatrics. *Pediatrics in Review,* 26(6): 204–17.

226 ***Brain scans show that . . . the mother . . . communicates nonverbally with her right hemisphere to reach her infant's right:*** A. N. Schore. 2005. A neuropsychoanalytic viewpoint.

226 ***a key area of the right frontal lobe . . . will allow infants both to maintain human attachments and to regulate their emotions:*** A. N. Schore, 1994.

226 **•right orbitofrontal system:** The full name is "the right orbital area of the prefrontal cortex."

227 ***If others cannot help him . . . he learns to "autoregulate":*** A. N. Schore, 2005. Personal communication.

228 ***René Spitz studied infants:*** R. Spitz. 1965. *The first year of life: A psychoanalytic study of normal and deviant development of object relations.* New York: International Universities Press.

228 ***"During the first 2–3 years . . . relies primarily on its procedural memory systems":*** E. R. Kandel. 1999. Biology and the future of psychoanalysis: A new intellectual framework for psychiatry revisited. *American Journal of Psychiatry*, 156(4): 505–24.

229 ***·It helps us to organize our memories by time and place:*** The hippocampus is also involved in spatial organization, and perhaps this is why it helps provide a context for our explicit memories, which help us to recall them. But this is speculation. A recent issue of the journal *Hippocampus* has several articles exploring this question. See J. R. Manns and H. Eichenbaum. 2006. Evolution of declarative memory. *Hippocampus*, 16:795–808.

232– ***·Mr. L. began to . . . reexperience . . . memories of searching for***
233 ***his mother that had been frozen in time:*** The idea that an image from the traumatic past can be frozen in the mind and remain unchanged since the time of the trauma is not unlike what happens to patients who have their wounded limbs put in casts and then develop frozen phantom limbs after amputation, as we saw in chapter 7, "Pain." Because the parent is no longer present, the child cannot use the parent as feedback to help modify his mental image of him. The image of a parent lost in earliest childhood can haunt a child the way a phantom limb does and can be experienced as a felt presence that makes unpredictable distressing intrusions.

233 ***·positive bonds appear to facilitate neuroplastic change . . . dissolving existing neuronal networks:*** Recent studies, inspired in part by Kandel's work, by Karim Nader of McGill University, show that when memories are activated, they enter a labile state, when they can be altered. In fact, before evoked memories go back into storage, they must be reconsolidated and new proteins must be made. This may be another reason why remembering traumas, or repeating transferences in psychotherapy, can lead to psychic change: memories must be reactivated to have their neuronal connections altered, so they can be retranscribed and changed. K. Nader, G. E. Schafe, and J. E. LeDoux. 2000. Fear

memories require protein synthesis in the amygdala for reconsolidation after retrieval. *Nature,* 406(6797): 722–26; J. Debiec, J. E. LeDoux, and K. Nader. 2002. Cellular and systems reconsolidation in the hippocampus. *Neuron,* 36(3): 527–38.

233 ***"There is no longer any doubt . . . that psychotherapy can result in detectable changes in the brain":*** A. Etkin, C. Pittenger, H. J. Polan, and E. R. Kandel. 2005. Toward a neurobiology of psychotherapy: Basic science and clinical applications. *Journal of Neuropsychiatry and Clinical Neurosciences,* 17:145–58.

233 ***When patients . . . have flashbacks . . . the flow of blood to the prefrontal and frontal lobes . . . decreases:*** S. L. Rauch, B. A. van der Kolk, R. E. Fisler, N. M. Alpert, S. P. Orr, C. R. Savage, A. J. Fischman, M. A. Jenike, and R. K. Pitman. 1996. A symptom provocation study of PTSD using PET and script-driven imagery. *Archives of General Psychiatry,* 53(5): 380–87.

233 ***"The aim of the talking cure . . . to extend the . . . influence of the prefrontal lobes":*** M. Solms and O. Turnbull. 2002. *The brain and the inner world.* New York: Other Press, 287.

233 ***·A study of depressed patients treated with interpersonal psychotherapy:*** Dr. Myrna Weissman, who developed interpersonal psychotherapy, did so by reviewing the risk factors for depression and was also influenced by the work of two psychoanalysts, John Bowlby and Harry Stack Sullivan, who focused on how relationships and loss affect the psyche (personal communication). This study of Interpersonal Psychotherapy and change is in A. L. Brody, S. Saxena, P. Stoessel, L. A. Gillies, L. A. Fairbanks, S. Alborzian, M. E. Phelps, S. C. Huang, H. M. Wu, M. L. Ho, M. K. Ho, S. C. Au, K. Maidment, and L. R. Baxter, 2001. Regional brain metabolic changes in patients with major depression treated with either paroxetine or interpersonal therapy: Preliminary findings. *Archives of General Psychiatry,* 58(7): 631–40. Another study of depressed patients showed that cognitive-behavior therapy—a form of treatment that corrects the exaggerated forms of negative thinking in depression—also worked by normalizing the prefrontal

lobes. K. Goldapple, Z. Segal, C. Garson, M. Lau, P. Bieling, S. Kennedy, and H. Mayberg. 2004. Modulation of cortical-limbic pathways in major depression. *Archives of General Psychiatry,* 61(1): 34–41.

234 ***A more recent fMRI brain scan study of anxious patients with panic . . . reduced following psychoanalytic psychotherapy:*** M. E. Beutel. 2006. Functional neuroimaging and psychoanalytic psychotherapy—Can it contribute to our understanding of processes of change? Presentation, Arnold Pfeffer Center for Neuro-Psychoanalysis at the New York Psychoanalytic Institute, Neuro-Psychoanalysis Lecture Series. October 7.

237 •***"I believe this was a memory of my mother's wake":*** Some might question whether Mr. L.'s memory of his mother's wake was a "true" memory or merely a wish he could remember. If it was merely a wishful fantasy, it was one he had been incapable of having when he started analysis. But even if a fantasy, it was hardly wishful thinking—it was an extremely painful experience for him and certainly was not a magical denial of reality, because he verified that he was present at the wake. As we shall see in this chapter (and the following notes), research now shows that some children at twenty-six months are capable of some explicit memories.

Major life traumas, as the Israeli psychoanalyst and psychiatrist Yoram Yovell, who worked in Kandel's lab, points out, can have a dual impact on the hippocampus as it forms memories. The glucocorticoids that are released lead to patchy memories. But the adrenaline and noradrenaline released by stressful events can cause the hippocampus to form "flashbulb memories," which are enhanced, vivid, explicit memories. That is probably why people who have experienced traumas have both hypervivid memories for some aspects of the trauma and patchy memories for other aspects of it. The sight of his mother dead might well have produced a flashbulb memory in Mr. L.

Ultimately, Mr. L.'s own prudent statement says it best: the image of the open coffin came into his mind "tagged" as a memory,

but he prefaced his report of it with a cautionary "I believe." See Y. Yovell. 2000. From hysteria to posttraumatic stress disorder. *Journal of Neuro-Psychoanalysis*, 2:171–81; L. Cahill, B. Prins, M. Weber, and J. L. McGaugh. 1994. β-Adrenergic activation and memory for emotional events. *Nature*, 371(6499): 702–4.

237 ***new studies show that infants in the first and second years can store . . . facts and events, including traumatic ones:*** P. J. Bauer. 2005. Developments in declarative memory: Decreasing susceptibility to storage failure over the second year of life. *Psychological Science*, 16(1): 41–47; P. J. Bauer and S. S. Wewerka. 1995. One- to two-year-olds' recall of events: The more expressed, the more impressed. *Journal of Experimental Child Psychology*, 59:475–96; T. J. Gaensbauer. 2002. Representations of trauma in infancy: Clinical and theoretical implications for the understanding of early memory. *Infant Mental Health Journal*, 23(3): 259–77; L. C. Terr. 2003. "Wild child": How three principles of healing organized 12 years of psychotherapy. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 42(12): 1401–9; T. J. Gaensbauer. 2005. "Wild child" and declarative memory. *Journal of the Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 44(7): 627–28.

237 ***•While the explicit memory system is not robust in the first few years, research . . . shows it exists:*** We have underestimated the development of the explicit memory system for facts and events in infants because we usually test the explicit memory system by asking people questions, which are answered with words. Obviously preverbal infants cannot tell us whether they consciously recollect a particular event. But recently researchers have found ways to test infants by getting them to kick when they recognize the repetition of events, and they can remember them. C. Rovee-Collier. 1997. Dissociations in infant memory: Rethinking the development of implicit and explicit memory. *Psychological Review*, 104(3): 467–98; C. Rovee-Collier. 1999. The development of infant memory. *Current Directions in Psychological Science*, 8(3): 80–85.

238 ***Infants can remember events from the first few years of life if . . . reminded:*** C. Rovee-Collier, 1999.

238 ***children can remember events that occurred before they could talk and . . . put those memories into words:*** T. J. Gaensbauer, 2002, 265.

238 •***his core dream:*** Indeed, Mr. L.'s core dream, "I am searching for something lost, I know not what, maybe part of me . . . and I will know it when I find it," articulated perfectly that he had a problem with his memory and recall. He knew he could not, on his own, recall what was lost but also that should it be put in front of him, he would recognize it, recognition being an even more basic form of remembering than recall. In this sense, his dream's prediction was accurate, for when he finally found what he was looking for, he did recognize it, in a way that shook him to his core.

238 •***This kind of progressive dream series shows the mind and brain . . . must unlearn:*** Nobel laureate Francis Crick and Graeme Mitchison proposed that a kind of "reverse learning" occurs in dreaming, because the dreaming brain has, as one of its tasks, unlearning various spurious images that we have learned in the course of developing perceptual memories. F. Crick and G. Mitchison. 1983. The function of dream sleep. *Nature,* 304(5922): 111–14. See also G. Christos. 2003. *Memory and dreams: The creative mind.* New Brunswick, NJ: Rutgers University Press. In their model "we dream in order to forget." It makes sense that if the dreaming brain is trying to classify events and images, it will find some to be important and worth remembering and many more that are worth forgetting. This theory is best at accounting for why we forget our dreams. But it is weak in explaining why so much can be learned from dreams, or the post-traumatic, recurring dreams that Mr. L. had and couldn't get out of his head.

239 •***The newest brain scans show that when we dream:*** Dreams are often higgledy-piggledy and hard to understand because certain "higher" mental functions are not operating in the way they do

when we are awake. Allen Braun, a researcher at the National Institutes of Health in Bethesda, Maryland, has used positron emission tomography (PET) scans to measure brain activity in dreaming subjects. He has shown that the region known as the limbic system—which processes emotion; sexual, survival, and aggressive instincts; and interpersonal attachments—shows high activity. The ventral tegmental area that is associated with pleasure seeking (which we discussed with respect to the pleasure systems in chapter 4, "Acquiring Tastes and Loves") is also activated. But the prefrontal cortex, the area responsible for achieving goals and discipline, postponing gratification and controlling our impulses, shows lower activity.

With the emotional-instinctual processing areas of the brain turned on, and the part of the brain that controls our impulses relatively inhibited, it is no wonder that wishes and impulses that we normally restrain or are even unaware of are more likely to be expressed in dreams as Freud, and Plato before him, noted.

But why are our dreams hallucinations, in which we experience things that aren't happening as real? When we are awake, we first take the world in through our senses. For vision, input comes through the eyes. Then the primary visual zone in the brain receives direct input from the retina. Next, the secondary visual zone processes colors and movement and recognizes objects. Finally, a tertiary zone further down the line of perceptual processing (in the occipito-tempero-parietal junction) brings together these visual sense perceptions and relates them to other sensory modalities. Thus events that we have concretely perceived are related to each other, and once that happens, more abstract thought and meaning can emerge.

Freud argued that in hallucinations and in dreaming, the mind "regresses." By this he meant it processes images in backward or reverse order. We begin not with perceptions of the outside world and then form abstract ideas about them, but with our own abstract ideas, which become represented in a concrete,

often visual way, as though they were perceptions happening in the world.

Allen Braun has shown with brain scans of dreamers that the parts of the brain that are first to receive incoming visual input—the primary visual areas—shut down. But the secondary visual zones that integrate the different kinds of visual input (e.g., color, movement) into objects are active. So what we experience in dreams is images that come not from the external world but from within us and that are experienced as hallucinations. This is consistent with the assertion that in dreaming, perception is processed in a backward direction.

A proper dream interpretation starts from the hallucinatory dream perceptions, which seem to be bizarre and unconnected to each other, and traces them back to the more abstract dream thoughts that produced them.

Studies by neuropsychoanalyst Mark Solms of patients who have had strokes shed much light on dreams. Working with these patients, Solms has shown that dreams don't consist just of confusing visual images but of thinking. He worked with patients with damage to an area of the brain that is necessary for producing visual images. In waking life, these patients suffer from a well-known neurological syndrome called "irreminiscence" and cannot form whole visual images in their heads. One woman who'd had a stroke in this area couldn't recognize the faces of her family but could recognize their voices. In her dreams, Solms found, she'd hear voices but had no images; in other words, she had nonvisual dreaming.

Another patient with a similar deficit, which came about after a brain tumor was removed, reported dreaming, "My mother and another lady were holding me down." When Solms asked him how he knew it, since he had no visual images, he answered, "I just knew it," and reported clearly feeling held down. He said that since his operation his dreams were "thinking dreams." In other words, behind the visual imagery of dreams, a kind of thinking occurs.

Now what of patients with damage to those tertiary zones of the brain that form abstract thoughts? According to Freud, that part of the brain actually generates dreams. Solms has found that when those tertiary zones that generate abstract thought are damaged, dreaming stops. Clearly, this region is crucial to generating dreams.

Solms theorizes that dreams are typically hard to understand because in dreams abstract ideas are visually represented. How might this play out? Clinically, one often finds that an abstract idea such as "I am special and don't have to follow the rules other people have to" might be represented visually by "I'm flying." The abstract idea that "deep down, I fear my ambition is out of control" might be represented by a dream of Mussolini's body after he was executed. K. Kaplan-Solms and M. Solms. 2002. *Clinical studies in neuro-psychoanalysis.* New York: Karnac; M. Solms and O. Turnbull, 2002, 209–10.

239 ***studies show that sleep helps us consolidate learning and memory and effects plastic change:*** R. Stickgold, J. A. Hobson, R. Fosse, and M. Fosse. 2001. Sleep, learning, and dreams: Off-line memory reprocessing. *Science*, 294(5544): 1052–57.

239 ***When we learn . . . better at it . . . if we have a good night's sleep:*** Ibid.

239 ***sleep enhances neuroplasticity during the critical period:*** M. G. Frank, N. P. Issa, and M. P. Stryker. 2001. Sleep enhances plasticity in the developing visual cortex. *Neuron*, 30(1): 275–87.

239 ***the effects of REM sleep . . . on their brain structure:*** G. A. Marks, J. P. Shaffrey, A. Oksenberg, S. G. Speciale, and H. P. Roffwarg. 1995. A functional role for REM sleep in brain maturation. *Behavioral Brain Research*, 69:1–11.

239 ***REM . . . to retain emotional memories:*** U. Wagner, S. Gais, and J. Born. 2001. Emotional memory formation is enhanced across sleep intervals with high amounts of rapid eye movement. *Learning and Memory*, 8:112–19.

239–240 ***REM . . . for allowing the hippocampus to turn short-term memories of the day before into long-term:*** During our dreams

the hippocampus works by interacting with the cortex, to make long-term memories.

When we have a perceptual experience while awake, we register it in our cortex. The look of your friend turns on cells in your visual cortex, the sound of his voice triggers neurons in your auditory cortex, and when the two of you hug, sensory and motor areas light up. Your limbic system, which deals with emotion, is also triggered. All these different areas send streams of signals at once, and you recognize that this is your friend. These signals are sent simultaneously to the hippocampus, where they are briefly stored, and are "bound" together. (That is why, when you remember a conversation with your friend, you automatically also see his face.) If seeing the friend is an important event, the hippocampus turns it from a short-term memory into a long-term explicit memory. But that memory is not stored in the hippocampus. Rather, it is sent back to the parts of the cortex where it came from and is stored in the original cortical networks that first produced its various sights, sounds, and so on. So the memory is widely distributed throughout your brain.

Scientists can measure the brain waves given off by the hippocampus and the cortex, when they are active. By looking at the timing of when these various areas fire during sleep, they have come up with an intriguing proposal. During REM sleep our cortex downloads its signals into the hippocampus. During non-REM sleep the hippocampus, after having worked these short-term memories over, uploads them back into the cortex, where they will remain as long-term memories. It may be that during our dreams we are at times consciously experiencing the downloading of many bits of experience from the various parts of our cortex that are being fired. R. Stickgold, J. A. Hobson, R. Fosse, and M. Fosse, 2001.

These recent findings were anticipated in a remarkable study in the 1970s by Dr. Stanley Palombo, who had a patient in psychoanalysis just after the patient's father died. As part of Dr.

Palombo's study, the patient spent nights between psychoanalytic sessions at a sleep lab and was awakened at the end of each REM sleep cycle, and his dreams were recorded. Palombo discovered that over the course of each night the patient's dreams worked over new experiences he had had during the day, and he progressively matched them with his past experiences, determining which of his memories they were to be linked to and hence stored with. S. R. Palombo. 1978. *Dreaming and memory: A new information-processing model.* New York: Basic Books.

240 •***early stresses predispose . . . motherless animals to . . . illness for the rest of their lives:*** Psychologist Seymour Levine found that rat pups separated from their mothers protest immediately, giving off high-intensity cries, and search for their mothers until they show signs of despair. Their heart rate and body temperature drop and they become less alert, like the children Spitz observed, who seemed turned off and unreachable, with a faraway look in their eyes. Levine then discovered that their brains triggered a "stress response," releasing high quantities of glucocorticoid, the "stress hormone." These stress hormones are good for the body for short periods, because they mobilize it to deal with emergencies by increasing heart rate and sending blood to the muscles. But if they are released repeatedly, they lead to stress-related illnesses and wear the body out prematurely.

Recent research by Michael Meaney, Paul Plotsky, and others showed that if pups were separated from their mothers for periods of three to six hours each day for two weeks, the mothers soon ignored their pups, and these pups showed an increased release of the glucocorticoid stress hormones *that lasted into adulthood.* Early trauma can have lifelong effects, and its victims are more easily stressed thereafter.

Pups removed from their mother only briefly during the first two weeks of life made the usual cries, which summoned their mothers, who licked them more than normal, groomed them

more, and carried them around more than pups that had not been removed. The effect of this maternal response was *to reduce, for the rest of the animal's life*, its tendency to secrete glucocorticoids and to develop stress-related illness and experience fear. Such is the power of good mothering in the critical period of attachment. This lifelong benefit may be related to plasticity because the pups got this close maternal attention during the critical period of development for their brains' stress response systems. S. Levine. 1957. Infantile experience and resistance to physiological stress. *Science*, 126(3270): 405; S. Levine. 1962. Plasma-free corticosteroid response to electric shock in rats stimulated in infancy. *Science*, 135(3506): 795–96; S. Levine, G. C. Haltmeyer, G. G. Karas, and V. H. Denenberg. 1967. Physiological and behavioral effects of infantile stimulation. *Physiology and Behavior*, 2:55–59; D. Liu, J. Diorio, B. Tannenbaum, C. Caldji, D. Francis, A. Freedman, S. Sharma, D. Pearson, P. M. Plotsky, and M. J. Meaney. 1997. Maternal care, hippocampal glucocorticoid receptors, and hypothalamic-pituitary-adrenal responses to stress. *Science*, 277(5332): 1659–62, especially 1661; P. M. Plotsky and M. J. Meaney. 1993. Early, postnatal experience alters hypothalamic corticotropin-releasing factor (CRF) mRNA, median eminence CRF content and stress-induced release in adult rats. *Molecular Brain Research*, 18:195–200.

240 ***When they undergo long separations, the gene . . . gets turned on:*** P. M. Plotsky and M. J. Meaney, 1993; C. B. Nemeroff. 1996. The corticotropin-releasing factor (CRF) hypothesis of depression: New findings and new directions. *Molecular Psychiatry*, 1:336–42; M. J. Meaney, D. H. Aitken, S. Bhatnagar, and R. M. Sapolsky. 1991. Postnatal handling attenuates certain neuroendocrine, anatomical and cognitive dysfunctions associated with aging in female rats. *Neurobiology of Aging*, 12:31–38.

240–241 ***adult survivors of childhood abuse also show . . . glucocorcoid supersensitivity:*** C. Heim, D. J. Newport, R. Bonsall, A. H. Miller, and C. B. Nemeroff. 2001. Altered pituitary-adrenal axis responses

to provocative challenge tests in adult survivors of childhood abuse. *American Journal of Psychiatry,* 158(4): 575–81.

241 ***Depression, high stress, and childhood trauma all . . . kill cells:*** R. M. Sapolsky. 1996. Why stress is bad for your brain. *Science,* 273(5276): 749–50; B. L. Jacobs, H. van Praag, and F. H. Gage. 2000. Depression and the birth and death of brain cells. *American Scientist,* 88(4): 340–46.

241 ***The longer people are depressed, the smaller their hippocampus:*** B. L. Jacobs, H. van Praag, and F. H. Gage, 2000.

241 ***The hippocampus of . . . adults who suffered . . . childhood trauma is 18 percent smaller:*** M. Vythilingam, C. Heim, J. Newport, A. H. Miller, E. Anderson, R. Bronen, M. Brummer, L. Staib, E. Vermetten, D. S. Charney, C. B. Nemeroff, and J. D. Bremner. 2002. Childhood trauma associated with smaller hippocampal volume in women with major depression. *American Journal of Psychiatry,* 159(12): 2072–80.

241 ***•If the stress . . . is too prolonged, the damage is permanent.*** According to Kandel, "Stress early in life produced by separation of the infant from its mother produces a reaction in the infant that is stored primarily by the procedural memory system, the only well-differentiated memory system that infant has early in its life, but this action of the procedural memory systems leads to a cycle of changes that ultimately damages the hippocampus and thereby results in a persistent change in declarative [i.e., explicit] memory." E. R. Kandel. 1999. Biology and the future of psychoanalysis: A new intellectual framework for psychiatry revisited. *American Journal of Psychiatry,* 156(4): 505–24, especially 515. See also L. R. Squire and E. R. Kandel. 1999. *Memory: From molecules to memory.* New York: Scientific American Library; B. S. McEwen and R. M. Sapolsky. 1995. Stress and cognitive function. *Current Opinion in Neurobiology,* 5:205–16.

241 ***•As people recover . . . their hippocampi can grow:*** B. L. Jacobs, H. van Praag, and F. H. Gage, 2000. This paper cites a report by Premal Shah and colleagues, at the Royal Edinburgh Hospital,

showing that hippocampal volume is smaller in chronically depressed patients but not in those who have recovered.

241 ***Rats given Prozac . . . increase in . . . cells:*** Ibid.

242 ***a "depletion of the plasticity" . . . in many older people:*** S. Freud. 1937/1964. Analysis terminable and interminable. In *Standard edition of the complete psychological works*, vol. 23, 241–42.

242 ***"some people . . . retain this mental plasticity":*** S. Freud. 1918/1955. An infantile neurosis. In *Standard edition of the complete psychological works*, vol. 17, 116.

Chapter 10. Rejuvenation

249 ***"In adult [brain] centers . . . Everything may die, nothing may be regenerated":*** S. Ramón y Cajal. 1913, 1914/1991. *Cajal's degeneration and regeneration of the nervous system*. J. DeFelipe and E. G. Jones, eds. Translated by R. M. May. New York: Oxford University Press, 750.

250 ***discovered these cells in 1998, in the hippocampus:*** P. S. Eriksson, E. Perfilieva, T. Björk-Eriksson, A. Alborn, C. Nordborg, D. A. Peterson, and F. H. Gage. 1998. Neurogenesis in the adult human hippocampus. *Nature Medicine*, 4(11): 1313–17.

250 "***neurogenesis," and it goes on until the day that we die:*** H. van Praag, A. F. Schinder, B. R. Christie, N. Toni, T. D. Palmer, and F. H. Gage. 2002. Functional neurogenesis in the adult hippocampus. *Nature*, 415(6875): 1030–34; H. Song, C. F. Stevens, and F. H. Gage. 2002. Neural stem cells from adult hippocampus develop essential properties of functional CNS neurons. *Nature Neuroscience*, 5(5): 438–45.

250 ·***in 1965 . . . discovered them in rats:*** Finding neuronal stem cells in rats was an important finding because rats (and mice) share over 90 percent of their DNA with humans.

251 ***forty thousand new neurons:*** G. Kempermann, H. G. Kuhn, and F. H. Gage. 1997. More hippocampal neurons in adult mice living in an enriched environment. *Nature*, 386(6624): 493–95.

251 ***older mice raised in the enriched environment . . . a fivefold increase:*** G. Kempermann, D. Gast, and F. H. Gage. 2002. Neuroplasticity in old age: Sustained fivefold induction of hippocampal neurogenesis by long-term environmental enrichment. *Annals of Neurology,* 52:135–43.

252 ***After a month on the wheel, the mice had doubled the number:*** H. van Praag, G. Kempermann, and F. H. Gage. 1999. Running increases cell proliferation and neurogenesis in the adult mouse dentate gyrus. *Nature Neuroscience,* 2(3): 266–70.

253 ***as we age, we . . . perform cognitive activities in different lobes:*** M. V. Springer, A. R. McIntosh, G. Wincour, and C. L. Grady. 2005. The relation between brain activity during memory tasks and years of education in young and older adults. *Neuropsychology,* 19(2): 181–92.

254 ***one theory is that as we age . . . the other hemisphere compensates:*** R. Cabeza. 2002. Hemispheric asymmetry reduction in older adults: The HAROLD model. *Psychology and Aging,* 17(1): 85–100.

254 ***The more education . . . the less . . . Alzheimer's:*** R. S. Wilson, C. F. Mendes de Leon, L. L. Barnes, J. A. Schneider, J. L. Bienias, D. A. Evans, and D. A. Bennett. 2002. Participation in cognitively stimulating activities and risk of incident Alzheimer disease. *JAMA,* 287(6): 742–48.

254 ***musical instrument, playing board games, reading, and dancing—are associated with a lower risk:*** J. Verghese, R. B. Lipton, M. J. Katz, C. B. Hall, C. A. Derby, G. Kuslansky, A. F. Ambrose, M. Sliwinski, and H. Buschke. 2003. Leisure activities and the risk of dementia in the elderly. *New England Journal of Medicine,* 348(25): 2508–16.

254–255 ***•It is possible that people with very early onset but undetectable Alzheimer's:*** The idea that Alzheimer's might begin in early adulthood and not be detectable for years comes from a famous study of nuns that found that those who developed Alzheimer's had used much simpler language in their twenties.

255 •***the common practices we should all be pursuing:*** I leave aside the question of supplements to the diet, which is not my subject, except to say that the old idea of eating fish, or fish oils with omega fatty acids, seems wise. But there are many other potential supplements. M. C. Morris, D. A. Evans, C. C. Tangney, J. L. Bienias, and R. S. Wilson. 2005. Fish consumption and cognitive decline with age in a large community study. *Archives of Neurology*, 62(12): 1849–53.

255 ***exercise stimulates . . . BDNF:*** S. Vaynman and F. Gomez-Pinilla. 2005. License to run: Exercise impacts functional plasticity in the intact and injured central nervous system by using neurotrophins. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 19(4): 283–95.

256 ***being social, which also preserves brain health:*** J. Verghese et al., 2003.

256 ***meditative aspect, which has been proven very effective:*** A. Lutz, L. L. Greischar, N. B. Rawlings, M. Ricard, and R. J. Davidson. 2004. Long-term meditators self-induce high-amplitude gamma synchrony during mental practice. *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA*, 101(46): 16369–73.

256 ***Harvard Study of Adult Development:*** G. E. Vaillant. 2002. *Aging well: Surprising guideposts to a happier life from the landmark Harvard study of adult development.* Boston: Little, Brown, & Co.

257 ***people in their sixties and seventies . . . as productive as . . . in their twenties:*** H. C. Lehman. 1953. *Age and achievement.* Princeton, NJ: Princeton University Press; D. K. Simonton. 1990. Does creativity decline in the later years? Definition, data, and theory. In M. Permutter, ed., *Late life potential.* Washington, DC: Gerontological Society of America, 83–112, especially 103.

257 ***Casals . . . "Because I am making progress":*** Cited in G. E. Vaillant, 2002, 214. From H. Heimpel. 1981. Schlusswort. In M. Planck, ed., *Hermann Heimpel zum 80. Geburtstag.* Institut für Geschichte. Göttingen: Hubert, 41–47.

Chapter 11
More than the Sum of Her Parts

273 •***He suggested that Renata begin . . . thinking exercises:*** Grafman used the Preview, Question, Read, Study Test Method to help Renata improve her thinking and reading abilities.

274 •***Vietnam Head Injury Study:*** Most of the Vietnam veterans Grafman studied suffered *penetrating* head injuries—bullets, shrapnel, and flying metal had pierced their skulls and brains. The victim of a penetrating injury often does not lose consciousness, so about half the soldiers with these injuries walked into the surgical triage unit on their own and told the doctors they needed help.

274 ***IQ was . . . predictor of how well he would recover . . . brain functions:*** J. Grafman, B. S. Jonas, A. Martin, A. M. Salazar, H. Weingartner, C. Ludlow, M. A. Smutok, and S. C. Vance. 1988. Intellectual function following penetrating head injury in Vietnam veterans. *Brain*, 111:169–84.

276 ***Grafman has identified four kinds of plasticity:*** J. Grafman and I. Litvan. 1999. Evidence for four forms of neuroplasticity. In J. Grafman and Y. Christen, eds., *Neuronal plasticity: Building a bridge from the laboratory to the clinic.* Berlin: Springer-Verlag, 131–39; J. Grafman. 2000. Conceptualizing functional neuroplasticity. *Journal of Communication Disorders*, 33(4): 345–56.

276 ***"mirror region takeover" . . . grew out of work . . . with a boy I shall call Paul:*** H. S. Levin, J. Scheller, T. Rickard, J. Grafman, K. Martinkowski, M. Winslow, and S. Mirvis. 1996. Dyscalculia and dyslexia after right hemisphere injury in infancy. *Archives of Neurology*, 53(1): 88–96.

278 •***Migration of a mental function:*** Children with damage to their *right* nonverbal hemisphere (like Paul) don't do nearly so well in reorganizing their left hemispheres to take over the lost functions as Michelle did reorganizing her right hemisphere to take over her lost functions. This may be because key language

functions often develop earlier than nonverbal functions, and so when those "right-hemisphere" nonverbal functions seek to migrate to the left, they find that the left hemisphere is already committed to language.

280 ***Betty Edwards's popular book:*** B. Edwards. 1999. *The new drawing on the right side of the brain.* New York: Jeremy P. Tarcher/Putnam, xi.

281 ***·In Grafman's view, Michelle's superior registration of events:*** Normally, the left prefrontal lobe registers a sequence of events. Grafman theorizes that after the right prefrontal lobe extracts the theme or meaning of those events, the same right prefrontal lobe probably inhibits the memory of those events in the left, because there is no need to keep all these details in their pure, vivid form. The ability to remember the day before, and what was important about it, Grafman says, "is a compromise between the details and the meaning." In Michelle, there is less of a compromise, because she doesn't have a separate hemisphere to inhibit the event registration. Hence the vividness of events persists.

Appendix 1
The Culturally Modified Brain

288 ***As Merzenich puts it, "Our brains are vastly different, in fine detail:*** Interview in S. Olsen. 2005. Are we getting smarter or dumber? CNet News.com. http://news.com.com/Are+we+getting+smarter+or+dumber/2008-1008_3-5875404.html.

289 ***·sunlight . . . "refracted":*** Refraction occurs because light bends as it passes from a substance of one density to another. The human eye is a terrestrial eye, evolved to accommodate light as it passes into it from the air, not from water.

289 ***Anna Gislén . . . studied the Sea Gypsies':*** A. Gislén, M. Dacke, R. H. H. Kröger, M. Abrahamsson, D. Nilsson, and E. J. Warrant. 2003. Superior underwater vision in a human population of Sea Gypsies. *Current Biology,* 13:833–36.

289 ***·pupil adjustment has been thought to be a fixed, innate reflex:*** The brain and the sympathetic and parasympathetic branches of the nervous system adjust pupil size.

289 ***the Sixth Paganini Etude . . . eighteen hundred notes per minute:*** T. F. Münte, E. Altenmüller, and L. Jäncke. 2002. The musician's brain as a model of neuroplasticity. *Nature Reviews Neuroscience,* 3(6): 473–78.

289 ***the more these musicians practice, the larger the brain maps:*** T. Elbert, C. Pantev, C. Wienbruch, B. Rockstroh, and E. Taub. 1995. Increased cortical representation of the fingers of the left hand in string players. *Science,* 270(5234): 305–7.

290 ***in trumpeters . . . maps that respond to "brassy" sounds enlarge:*** C. Pantev, L. E. Roberts, M. Schulz, A. Engelien, and B. Ross. 2001. Timbre-specific enhancement of auditory cortical representations in musicians. *NeuroReport,* 12(1): 169–74.

290 ***Imaging also shows that musicians . . . playing before the age of seven have larger brain areas:*** T. F. Münte, E. Altenmüller, and L. Jäncke, 2002.

290 ***As Vasari writes,* "*. . .* Michelangelo *. . .* could only read and look at designs in that posture":** G. Vasari. 1550/1963. *The lives of the painters, sculptors and architects,* vol. 4. New York: Everyman's Library, Dutton, 126.

290 ***·inversion glasses . . . turn the world upside down . . . perceptual centers "flip," so that they . . . read books held upside down:*** There are countless other examples of the brain adapting to unusual situations. Plasticity researcher Ian Robertson notes that NASA has found that after a flight, it takes four to eight days for astronauts to regain their balance, which Robertson argues is likely a plastic effect; in the condition of weightlessness the sense of balance does not tell them where their bodies are in space, so they must rely on their eyes. Thus weightlessness leads to two brain alterations. The balance system, which gets no input, is stepped down (in a case of use it or lose it), and the eyes, given massed practice, are stepped up to inform the astronaut where he is in space.

290 ***London taxi drivers show . . . larger . . . hippocampus:*** E. A. Maguire, D. G. Gadian, I. S. Johnsrude, C. D. Good, J. Ashburner, R. S. J. Frackowiak, and C. D. Frith. 2000. Navigation-related structural change in the hippocampi of taxi drivers. *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA*, 97(8): 4398–4403.

290 ***meditators . . . have a thicker insula:*** S. W. Lazar, C. E. Kerr, R. H. Wasserman, J. R. Gray, D. N. Greve, M. T. Treadway, M. McGarvey, B. T. Quinn, J. A. Dusek, H. Benson, S. L. Rauch, C. I. Moore, and B. Fischl. 2005. Meditation experience is associated with increased cortical thickness. *NeuroReport*, 16(17): 1893–97.

291 ***•plasticity, also part of our genetic heritage:*** We are just beginning to understand the genetics of neuroplasticity. Frederick Gage and his team, which proved that mice reared in enriched environments develop new neurons and larger hippocampi, have also discovered that one of the most powerful predictors of whether a mouse will be able to make new neurons is genetically determined.

292 ***•"cognitive fluidity" . . . probably has its basis in brain plasticity:*** Cognitive fluidity, according to cognitive archaeologist Steven Mithen, may explain one of the great mysteries of human prehistory, namely the sudden explosion of human culture.

Homo sapiens first walked the earth about 100,000 years ago, and for the next 50,000 years, based on archaeological evidence, human culture was static and hardly more complex than that of the other prehuman species that had preceded us for almost a million years. Archaeological remains from this protracted period of cultural monotony pose several riddles. First, human beings used only stone or wood to make tools and not bone, ivory, or antlers, which were also available. Second, while these humans had invented a general-purpose ax, they never developed an ax, or any tool, for specific purposes. All spear points were the same size and made in the same way. Third, no tools were ever made of several components, such as the Inuit harpoon that has hard stone points, ivory shafts, thongs for retrieval, and inflated seal skins so

they float after being thrown. And finally, there were no signs of art, decoration, or religion.

Then fifty thousand years ago, all of a sudden, with no fundamental change in our brain size or genetic makeup, this all changed, and art, religion, and complex technologies developed. Boats were invented that took human beings over the sea to Australia; cave drawings emerged; imaginative bone and ivory carvings of hybrid creatures made of animal and human shapes, and bead and pendant decorations for the human body, became common. They began burying their dead in pits, and human corpses now had the carcasses of animals beside them—"grave goods" of food supplies for the afterlife—the first evidence of religion. And for the first time, tools were designed for specific purposes, and spearheads were tailored for different-size prey and took into account the thickness of their prey's skin and their habitat.

Mithen argues that the period of cultural monotony occurred because Homo sapiens had three separate intelligence modules, which each worked independently. The first module was a natural history intelligence, shared with many animals, which allowed humans to understand the habits of game animals, weather, and geography; how tracks in the ground and feces of a certain kind predicted finding an animal ahead; or that birds' leaving predicted the coming of winter. The second module was technical intelligence, understanding how to manipulate objects, such as stones, and turn them into blades. The third module was social intelligence, also shared with other animals, which allowed humans to interact with and read the emotions of other humans and to understand dominance and submission hierarchies, courtship rituals, and how to nurture the young.

Mithen theorizes that cultural monotony existed because the three intelligence modules were separate in the mind. Thus early humans never carved bone or ivory, because bone was an animal product, and they had a mental barrier between technical intelligence and animal intelligence, so they couldn't think of using

animals for tools. They didn't have specific kinds of tools for different purposes, or complex tools, because creating them would have required integrating natural history intelligence (the thickness of hides, the size of animals, different habits) with technical intelligence. A barrier must have existed between social and technical intelligence, since no beads, pendants, or other bodily decorations (which designate a person's social affiliation, religion, and status, much as wedding rings, crucifixes, and diamonds do in the West) have been found.

Fifty thousand years ago these barriers broke down. Complex tools useful for different purposes emerged. Art showed the mixing of all three kinds of intelligence, as in the case of a statue of a lion-man found in southern Germany. This carved object (technical intelligence) depicted the body of a man (social intelligence), combined with the head of a lion and the tusk of a mammoth (natural history intelligence). In France, ivory beads were carved to mimic seashells, a mingling of natural history and technical intelligence, and new tools were found with animals carved on them. Primitive religion, sometimes called "totemism," developed, which merges a human social group's identity with a totem animal—suddenly giving the natural world a social meaning.

Mithen argues that all this creativity, in the absence of a change in brain size, came about because "cognitive fluidity" permitted the breakdown of barriers among the three intelligence modules and allowed the mind to reorganize. And what might have allowed these modules to link up?

I would argue that the plasticity of the brain could have caused these three different neuronal groups or modules to link up and is the neural analog of cognitive fluidity. Why did the modules not link up sooner? Because plasticity is always a double-edged sword and can lead to rigidity as well as flexibility; if these modules evolved in animals and primates for specialized purposes, they would tend to continue to be used for their original

purpose—the way a sled that makes tracks on its first run tends to stay in them. But that would not mean that the intelligence modules could never mix, only that they were predisposed to remain separate—until it was discovered, perhaps by accident, that mixing them gave Homo sapiens a distinct advantage. See S. Mithen. 1996. *The prehistory of the mind: The cognitive origins of art, history and science.* London: Thames & Hudson.

292 ***An fMRI study . . . we recognize cars and trucks . . . faces:*** I. Gauthier, P. Skudlarski, J. C. Gore, and A. W. Anderson. 2000. Expertise for cars and birds recruits brain areas involved in face recognition. *Nature Neuroscience,* 3(2): 191–97.

293 ***According to Merzenich, "Our brains are different from those of all humans before us":*** Interview in S. Olsen, 2005.

293–294 ***Robert Sapolsky points out . . . A regulatory gene . . . differs between humans and chimps:*** R. Sapolsky. 2006. The 2% difference. *Discover,* April, 27(4): 42–45.

294 ***Edelman writes, "If we considered the number of possible neural circuits":*** G. M. Edelman and G. Tononi. 2000. *A universe of consciousness: How matter becomes imagination.* New York: Basic Books, 38.

295 ***as Gerald Edelman argues, "smaller parts . . . new functions":*** G. Edelman. 2002. A message from the founder and director. *BrainMatters.* San Diego: Neurosciences Institute, Fall, 1.

295–296 ***Neville . . . found that deaf people intensify their peripheral vision:*** H. J. Neville and D. Lawson. 1987. Attention to central and peripheral visual space in a movement detection task: An event-related potential and behavioral study. II. Congenitally deaf adults. *Brain Research,* 405(2): 268–83.

299 ***•culture shock is brain shock:*** Learning a new culture as an adult requires that one use new parts of the brain, at least for language. Brain scans show that people who learn one language and then, after a time lag, learn another store the languages *in separate areas.* When bilingual people have strokes, they sometimes lose the ability to speak one language but not the other. Such people

have distinct neuronal networks for their two languages, and perhaps for other aspects of their two cultures. But brain scans also show that children raised learning two languages simultaneously during the critical period develop an auditory cortex that represents both languages together. This is why Merzenich advocates learning as many *different* language sounds as possible in early childhood: such children develop a single, large cortical library of sounds and have an easier time learning languages later in life. For brain scan studies, see S. P. Springer and G. Deutsch. 1998. *Left brain, right brain: Perspectives from cognitive science,* 5th ed. New York: W. H. Freeman & Co., 267.

300 ***Merlin Donald . . . argued in 2000 that culture changes our* functional *cognitive architecture:*** M. Donald. 2000. The central role of culture in cognitive evolution: A reflection on the myth of the "isolated mind." In L. Nucci, ed., *Culture, thought and development.* Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 19–38.

300 ***"where people in one culture differ . . . it can't be because they have different cognitive processes":*** R. E. Nisbett. 2003. *The geography of thought: How Asians and Westerners think differently . . . and why.* New York: Free Press, xii–xiv.

301 ***the peoples of the East . . . and . . . the West . . . perceive in different ways:*** R. E. Nisbett, K. Peng, I. Choi, and A. Norenzayan. 2001. Culture and systems of thought: Holistic versus analytic cognition. *Psychological Review,* 291–310.

301 ***•Westerners approach the world "analytically":*** The word "analyze," which comes from ancient Greek, means "break up into pieces," and to analyze a problem means to break it into parts. The analytic habit of mind affected how the Greeks saw the world. Greek scientists were the first to argue that matter was formed of discrete objects called atoms; Greek physicians learned by dissection, cutting the body into pieces, and developed surgery to remove malfunctioning parts; logic, being typically Greek in origin, solves a problem by *isolating* a portion of it—the structure of the argument—from its original context.

301 **•*Easterners tend to approach the world . . . by looking at "the whole":*** Instead of seeing matter as discrete atoms, the Chinese saw it as continuous interpenetrating substances. They were more interested in understanding an object's context than in focusing on it in isolation. Chinese scientists were interested in fields of forces and how things influence each other; they had early insights into magnetism and acoustic resonance and discovered, long before Westerners, that the moon moves the tides. In medicine, the Chinese—after practicing dissection and surgery for some time—abandoned them and pioneered holistic medicine, preferring to look at the body as a single system.

301 **•*The left hemisphere . . . more sequential and analytical . . . the right hemisphere . . . simultaneous and holistic:*** The left hemisphere is more involved in processing abstract verbal analytical thought (and some believe logic) and in perceiving things *sequentially*. Right-hemisphere thinking is more holistic and perceives things all at once, or *simultaneously*, and hence is often called more synthetic, intuitive, or Gestalt-like. (S. P. Springer and G. Deutsch. 1998. *Left brain, right brain: Perspectives from cognitive science*, 5th ed. New York: W. H. Freeman & Co., 292.) But even if Western civilization favors the left hemisphere, and the East the right, there still must be a mechanism by which this occurs. There's good reason to believe that this mechanism is based on plasticity, and not just genetics, because when people try to change civilizations, their perception alters.

301 **•*he believed that we all perceive and reason in the same way:*** R. E. Nisbett, 2003. Nisbett, a specialist in understanding reason, initially believed that reasoning, like perception, was universal, innate, and hardwired in the brain. So certain was he that reason was hardwired that he believed it could not be taught and set out to prove it couldn't. In his experiments he attempted to teach people rules for reasoning, to use in their everyday lives. To his surprise, his experiments showed the opposite: reasoning could be taught. This was an important finding because

education, particularly in America, had moved away from teaching abstract rules for reasoning, in part because of a disbelief in plasticity. Critiquing the classical curriculum, which extended back to Plato, the greatest American psychologist of his day, William James, mocked the study of abstract reasoning rules because it implied that it was possible to exercise some nonexistent "muscles of the mind." Cited in R. E. Nisbett, ed. 1993. *Rules for Reasoning*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 10. In Plato's *Republic*, studying mathematics is described as a "gymnastic" practice, a form of mental exercise. Plato. 1968. *The Republic of Plato*. Translated by A. Bloom. New York: Basic Books, 526b, p. 205.

302 ***•when people change cultures, they learn to perceive in a new way:*** Shinobu Kitayama, using the kinds of perceptual experiments that Nisbett developed, showed that Americans who lived in Japan for a few months started to perform like the Japanese on the perceptual tests. Japanese who lived in America for a few years became indistinguishable from Americans. These time frames are what one might expect for a plastic alteration in perceptual learning circuits. Holistic or analytic ways of perceiving are never formally taught to immigrants, of course, but immersion in a civilization causes perceptual learning, because the environment—its language, tastes, aesthetics, philosophy, approach to science, and everyday life—continually reiterates the basic perceptual premises of that civilization, so that the visitors cannot avoid having their brains undergo massed practice. Philip Zelazo, at the University of Toronto, is currently involved in comparing the effects of culture on the development of attention and frontal lobe functions in China and the West; he has found that one's culture has an impact on cognitive development and believes it probably affects neural development as well.

302 ***children of Asian-American immigrants perceive:*** R. E. Nisbett, 2003, *The geography of thought*.

303 ***people raised in a bicultural situation actually alternate:*** Ibid.

303 ***the stationary eye is virtually incapable of perceiving:*** A. Luria. 1973. *The working brain: An introduction to neuropsychology.* London: Penguin, 100.

303 ***Both our sensory and our motor cortices are always involved in perceiving:*** Ibid.; A. Noë. 2004. *Action in perception.* Cambridge, MA: MIT Press.

303 ***"higher" levels of perception affect . . . neuroplastic change in the "lower," sensory parts:*** M. Fahle and T. Poggio. 2002. *Perceptual learning.* Cambridge, MA: A Bradford Book, MIT Press, xiii, 273; W. Li, V. Piëch, and C. D. Gilbert. 2004. Perceptual learning and top-down influences in primary visual cortex. *Nature Neuroscience,* 7(6): 651–57.

304 ***He replied . . . "They don't know how to look":*** B. Simon. Sea Gypsies see signs in the waves. March 20, 2005. www.cbsnews.com/stories/2005/03/18/60minutes/main681558.shtml.

304 ***Bruce Wexler . . . in his book:*** B. E. Wexler. 2006. *Brain and culture: Neurobiology, ideology, and social change.* Cambridge, MA: MIT Press.

305 ***For instance, North Korea, the . . . totalitarian regime:*** P. Goodspeed. 2005. Adoration 101. *National Post,* November 7; P. Goodspeed. 2005. Mysterious kingdom: North Korea remains an enigma to the outside world. *National Post,* November 5.

306 ***brainwashing . . . "unlearn" their preexisting mental structures:*** W. J. Freeman. 1995. *Societies of brains: A study in the neuroscience of love and hate.* Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates; W. J. Freeman. 1999. *How brains make up their minds.* London: Weidenfeld & Nicolson; R. J. Lifton. 1961. *Thought reform and the psychology of totalism.* New York: W. W. Norton & Co.; W. Sargant. 1957/1997. *Battle for the mind: A physiology of conversion and brain-washing.* Cambridge, MA: Malor Books.

306 ***"The Internet is":*** Michael Merzenich interviewed in S. Olsen. 2005. Are we getting smarter or dumber? CNet News.com. http://news.com.com/Are+we+getting+smarter+or+dumber/2008-1008_3-5875404.html.

306 ***believed that "the mind exists and develops entirely in the head":*** M. Donald, 2000, 21.

307 ***early exposure to television . . . correlates with problems paying attention and controlling impulses:*** D. A. Christakis, F. J. Zimmerman, D. L. DiGiuseppe, and C. A. McCarty. 2004. Early television exposure and subsequent attentional problems in children. *Pediatrics,* 113(4): 708–13.

307 ***This study, as psychologist Joel T. Nigg argues, did not perfectly control:*** Joel T. Nigg. 2006. *What causes ADHD?* New York: Guilford Press.

307 ***Forty-three percent of U.S. children two years or younger watch television daily:*** V. J. Rideout, E. A. Vandewater, and E. A. Wartella. 2003. *Zero to six: Electronic media in the lives of infants, toddlers, and preschoolers.* Publication no. 3378. Menlo Park, CA: Kaiser Family Foundation, 14.

307 ***a quarter have TVs in their bedrooms:*** J. M. Healy. 2004. Early television exposure and subsequent attention problems in children. *Pediatrics,* 113(4): 917–18; V. J. Rideout, E. A. Vandewater, and E. A. Wartella, 2003, 7, 17.

307 ***Healy . . . in her book* Endangered Minds:** J. M. Healy. 1990. *Endangered minds: Why our children don't think.* New York: Simon & Schuster.

307– ***attention deficit traits, which are not genetic:*** E. M. Hallowell.
308 2005. Overloaded circuits: Why smart people underperform. *Harvard Business Review,* January, 1–9.

308 ***brain exercises to treat attention deficit disorder:*** R. G. O'Connell, M. A. Bellgrove, P. M. Dockree, and I. H. Robertson. 2005. Effects of self alert training (SAT) on sustained attention performance in adult ADHD. Cognitive Neuroscience Society, Conference, April, poster.

308 ***"The medium is the message":*** M. McLuhan, 1964/1994; W. T. Gordon, ed. *Understanding media: The extensions of man, critical edition.* Corte Madera, CA: Ginkgo Press, 19.

308 ***brain scan study to test whether the medium is indeed the message:*** E. B. Michael, T. A. Keller, P. A. Carpenter, and M. A. Just. 2001. fMRI investigation of sentence comprehension by eye and by ear: Modality fingerprints on cognitive processes. *Human Brain Mapping,* 13:239–52; M. Just. 2001. The medium and the message: Eyes and ears understand differently. *EurekAlert,* August 14, www.eurekalert.org/pub_releases/2001-08/cmu-tma081401.php.

309 ***"The ratio among our senses is altered":*** E. McLuhan and F. Zingrone, eds. 1995. *Essential McLuhan.* Toronto: Anansi, 119–20.

309 ***dopamine . . . released in the brain during . . . games:*** M. J. Koepp, R. N. Gunn, A. D. Lawrence, V. J. Cunningham, A. Dagher, T. Jones, D. J. Brooks, C. J. Bench, and P. M. Grasby. 1998. Evidence for striatal dopamine release during a video game. *Nature,* 393(6682): 266–68.

309 ***•Television . . . high-speed transitions:*** The show *24* has many more characters and plots and subplots than similar shows from twenty years before. A single forty-four-minute episode had twenty-one distinct characters, each with a clearly defined story. S. Johnson. 2005. Watching TV makes you smarter. *New York Times,* April 24.

309 ***television . . . activating . . . the "orienting response":*** R. Kubey and M. Csikszentmihalyi. 2002. Television addiction is no mere metaphor. *Scientific American,* February, 23.

311 ***"Now man is beginning to wear his brain outside":*** M. McLuhan. 1995. *Playboy* interview. In E. McLuhan and F. Zingrone, eds., 264–65.

311 ***"Today . . . we have extended our central nervous system":*** M. McLuhan, 1964/1994.

Appendix 2: Plasticity and the Idea of Progress

313 ***·Rousseau . . . argued that nature was alive and had a history:*** Rousseau was inspired by the naturalist Buffon, who discovered that the earth was much older than people had thought, and that

its rocks contained fossils of animals that once existed, but no longer did, confirming that even the bodies of animals, once thought to be immutable, could change. A new science called natural history emerged in Rousseau's time that saw all living things as having a history.

One reason that Rousseau might have been so open to the idea of natural history and plasticity was his immersion in the ancient Greek classics. As we have seen (in the third note to chapter 1), the Greeks viewed nature as a vast *living organism*. Because all nature was alive, it is not likely that they would have been opposed to the idea of plasticity in principle. As we have seen, Socrates, in the *Republic*, argued that a person could train his mind the way gymnasts trained their muscles.

After the discoveries of Galileo, the second great idea of nature emerged, that of *nature as mechanism*, which drained the brain of life and tended to be opposed to the idea of plasticity, almost in principle.

The third, grander idea of nature, inspired by Buffon, Rousseau, and others, restored life to nature, depicting it as an evolving *historical process* that is changing over time, and brought back much of the vitality that was inherent in the ancient Greek view of it. See R. G. Collingwood. 1945. *The idea of nature*. Oxford: Oxford University Press; R. S. Westfall. 1977. *The construction of modern science: Mechanisms and mechanics*. Cambridge: Cambridge University Press, 90.

313 ***our nervous systems are not like machines, he said, but are alive and able to change:*** J. J. Rousseau. 1762/1979. *Emile, or on education*. Translated by A. Bloom. New York: Basic Books, 272–82, especially 280.

313 ***the "organization of the brain" was affected by our experience, and that we need to "exercise" our senses and mental abilities:*** Ibid., 132; also 38, 48, 52, 138.

314 •***brought the French word* perfectibilité *into vogue:*** He also saw it as a mixed blessing and wrote, "Why is man alone liable to

become an imbecile? Is it not that he thus returns to his primitive state and that, whereas the Beast, which has acquired nothing and also has nothing to lose, always keeps its instinct, man, losing through old age or other accidents all that his *perfectibility* had made him acquire, thus relapses lower than the Beast itself? It would be sad for us to be forced to agree that this distinctive and almost unlimited faculty is the source of all of man's miseries; that it is the faculty which, by dint of time, draws him out of that original condition in which he would spend calm and innocent days; that it is the faculty which, over the centuries, causes his enlightenment and his errors, his vices and his virtues to arise, and eventually makes him his own and Nature's tyrant." J. J. Rousseau. 1755/1990. *The first and second discourses, together with the replies to critics and essay on the origin of languages.* Translated and edited by V. Gourevitch. New York: Harper Torchbooks, 149, 339.

314 ***the balance between our senses and our imagination can be disturbed by the wrong kinds of experience:*** J. J. Rousseau, 1762/1979, 80–81; J. J. Rousseau, 1755/1990, 149, 158, 168; L. M. MacLean, 2002. The free animal: Free will and perfectibility in Rousseau's *Discourse on Inequality.* Ph.D. thesis, University of Toronto, 34–40.

314 •***Charles Bonnet (1720–1793):*** Bonnet made important discoveries about a form of reproduction in which unfertilized eggs reproduce themselves, by themselves, without sperm. He was especially interested in regeneration and studied how animals, such as crabs, could re-create lost limbs after they were bitten off. Of course, when a crab's claw regenerates, so does the nervous tissue within that claw; thus Bonnet had an interest in adult nervous tissue growth. Of interest is that Bonnet, like Rousseau, was also Swiss, also of Geneva; he became Rousseau's ardent enemy, attacked Rousseau's political writings in print, and worked to ban them.

314–315 ***Bonnet . . . wrote to . . . Malacarne . . . proposing that neural tissue might respond to exercise as do muscles:*** M. J. Renner and

M. R. Rosenzweig. 1987. *Enriched and impoverished environments: Effects on brain and behavior.* New York: Springer-Verlag, 1–2; C. Bonnet. 1779–1783. *Oeuvres d'histoire naturelle et de philosophie.* Neuchâtel: S. Fauche.

315 ***Malacarne's work:*** M. J. Renner and M. R. Rosenzweig, 1987; M. Malacarne. 1793. *Journal de physique*, vol. 43: 73, cited in M. R. Rosenzweig. 1996. Aspects of the search for neural mechanisms of memory. *Annual Review of Psychology*, 47:1–32, especially 4; G. Malacarne. 1819. *Memorie storiche intorno alla vita ed alle opere di Michele Vincenzo Giacinto Malacarne.* Padua: Tipografia del Seminario, 88.

316 ***Rousseau used the term "perfectibility" in an ironic sense:*** R. L. Velkley. 1989. *Freedom and the end of reason: On the moral foundation of Kant's critical philosophy.* Chicago: University of Chicago Press, 53.

316 ***"the perfectibility of man is truly indefinite":*** A.-N. de Condorcet. 1795/1955. *Sketch for a historical picture of the progress of the human mind.* Translated by J. Barraclough. London: Weidenfeld & Nicolson, 4.

316 ***Jefferson . . . introduced to Condorcet by Benjamin Franklin:*** V. L. Muller. 1985. *The idea of perfectibility.* Lanham, MD: University Press of America.

316 ***"I believe also, with Condorcet . . . that his mind is perfectible":*** T. Jefferson. 1799. To William G. Munford, 18 June. In B. B. Oberg, ed., 2004. *The papers of Thomas Jefferson*, vol. 31: *1 February 1799 to 31 May 1800.* Princeton: Princeton University Press, 126–30.

316 ***Tocqueville . . . remarked that Americans . . . seemed to believe in the "indefinite perfectibility of man":*** A. de Tocqueville. 1835/1840/2000. *Democracy in America.* Translated by H. C. Mansfield and D. Winthrop. Chicago: University of Chicago Press, 426.

317 ***Thomas Sowell has observed, "While the use of the word 'perfectibility' . . . 'the human being is highly plastic material'":*** T. Sowell. 1987. *A conflict of visions.* New York: William Morrow, 26.

[1] 读者可以登录http://www.hzbook.com获取。



四位世界著名心理学家、哈佛大学教授
史蒂文·平克、丹尼尔·吉尔伯特、霍华德·加德纳、杰罗姆·卡根
北京大学心理学系主任 周晓林
联袂推荐

安人心智科学总监 阳志平导读

世界顶级认知心理学家、哈佛大学教授斯蒂芬 M. 科斯林
基于全新的脑科学研究成果 帮助你找到自己的认知模式

上脑与下脑

找到你的认知模式

[美] 斯蒂芬 M. 科斯林 (Stephen M. Kosslyn) G. 韦恩·米勒 (G. Wayne Miller) 著

方一雲 / 译



Top Brain, Bottom Brain

Surprising Insights into How You Think



机械工业出版社
China Machine Press

上脑与下脑：找到你的认知模式

Top Brain，Bottom Brain：Surprising Insights into How You Think

（美）科斯林（Kosslyn,S. M.）　（美）米勒（Miller,G. W.）　著

方一雲　译

ISBN：978-7-111-48077-8

本书纸版由机械工业出版社于2015年出版，电子版由华章分社（北京华章图文信息有限公司，北京奥维博世图书发行有限公司）全球范围内制作与发行。

版权所有，侵权必究

客服热线：+ 86-10-68995265

客服信箱：service@bbbvip.com

官方网址：www.bbbvip.com

新浪微博 @言商书局

腾讯微博 @bbb-vip

目录

导读 平克也追星

前言 为什么需要另一本介绍大脑的书

第1章 一种新的观察方法：大脑揭示了什么

第2章 理论根源

第3章 复式大脑

第4章 推理系统

第5章 为什么左右脑的分法是错的

第6章 相互作用的系统

第7章 四种认知模式

第8章 认知模式起源：先天vs.后天

第9章 行动者模式

第10章 感知者模式

第11章 刺激者模式

第12章 适应者模式

第13章 测测你是哪种认知模式

第14章 发现最佳的合作伙伴

注释

参考文献

作者按

作者简介

科斯林是20世纪晚期和21世纪早期众多伟大认知神经系统科学家中的一员。

——史蒂文·平克

著名科普作家，哈佛大学心理学教授，《语言本能》《心智探奇》等国际畅销书作者

一种思考我们大脑和自身的激动人心的新方法，具有独创性和丰富的洞察力；同时也是一次愉快的阅读。

——丹尼尔·吉尔伯特

哈佛大学“幸福心理学”教授，国际畅销书《哈佛幸福课》作者

一个大胆的新理论，富含有趣的现实意义，由美国最具独创性的心理学家来阐明。

——霍华德·加德纳

多元智能理论之父，推动美国教育改革的首席科学家，哈佛大学心理学教授和教育学教授

科斯林和米勒为大众读者带来了一本生动、翔实，且又易于接受的书籍，对大脑功能的几个重要原理进行了总结。读者可能没有时间或者背景来了解复杂的神经科学研究，但应该会喜欢这样一个支架来放置那些主导每日焦点的新事实。

——杰罗姆·卡根

20世纪最具影响力的发展心理学家，哈佛大学心理系荣誉教授，美

国文理科学院院士

长久以来，斯蒂芬·科斯林一直是世界顶级认知心理学家中的一员。在这本新书里，他和韦恩·米勒提出了一种思考不同类型的认知和以此为基础的神经生物学的新综合法。这是一本非常刺激的书，很有可读性，甚至包含了那些让我们理解自己思维方式意义的有用信息。

——罗伯特M.萨波尔斯基

斯坦福大学神经科学教授

世界著名认知心理学家斯蒂芬M.科斯林的新作《上脑与下脑》，以心理学和神经科学的研究成果为基础，反驳了坊间流行多年的“左脑和右脑”的简单类型说，提出了一种有关人类思维模式的全新看法。不过，科斯林并没有用另一种僵化武断的分类来取代“左脑和右脑”，而是更多地强调大脑功能的整体性。本书既根植于坚实的科学基础和脑科学知识，又尽量使用生动的例子和通俗的语言，还不忘时时提醒读者用辩证的、批判性的思考方式来看待大脑的功能分区和类型划分。通过本书的学习，读者不但可以从中获知自己的主导认知模式，还可以了解如何找到互补的合作伙伴，进而改善自己的工作和生活。我相信，任何一个想了解自我、改变人生的读者都会欣赏本书，且有所收益。

——周晓林

北京大学心理学系主任

传统左右脑分工理论，已经被科学界列为“神经迷思”，科斯林提出认知模式理论，介绍了一种理解人脑结构新观点——上脑与下脑。如果说左右脑侧重平面，上脑下脑理论则侧重立体；如果说以往人格心理学对脑的分类侧重词汇，上脑下脑理论则侧重大脑结构差异。科斯林新学

说究竟能受到多大承认与欢迎？这还有待进一步探讨。无论如何，它给你提供了一种理解世界的新视角。

——阳志平

安人心智科学总监

导读　平克也追星

1977年，一位青年科学家面临一个令人嫉妒的选择：究竟去哈佛大学还是麻省理工学院任教？这一年，他从斯坦福大学博士毕业，已在霍普金斯大学担任助理教授3年。在这个甜蜜时刻，他收到一位哈佛大学研一学生写来的信件。学生如追星的小女孩一样，推崇他并邀请他来哈佛担任自己的博士论文导师。说不清是不是这份诚意打动了这位青年科学家，结果，他真的去哈佛任教，而这位学生也如愿找到一位称心的导师。

从此，这对相差6岁的师生，开启了长达半个世纪的深厚情谊。虽然两人学术路线略有偏差，但都在认知科学领域攻城略地。这位老师成为20世纪末和21世纪初，世界上最伟大的认知神经科学家之一，在心理意象（mental imagery）等领域做出巨大贡献。而那位学生不仅在科研领域，如认知心理学、演化心理学与心理语言学取得杰出贡献，屡获殊荣，而且在科学写作领域大放异彩。他的著作《语言本能》、《心智探奇》写作严谨，文笔优美，想象瑰丽，畅销且长销。今年他谈论写作的新书《风格感觉》尚未出版，即广受关注，荣登亚马逊畅销书榜已久，科学期刊《自然》（Nature）予以少见专文报道，可谓万众瞩目，史上罕见。

所谓人生赢家，或许就是这样吧——连找导师也是与众不同，从校外拉一位过来。那位学生就是如今被誉为21世纪最重要的思想家史蒂文·平克（Steven Pinker）。这位老师则是本书作者之一与认知模式理论提出者科斯林（Stephen Kosslyn）教授。

平克文名远扬，举世公认，珍惜羽毛，一向较少荐书。在我印象

中，他上一次荐书，还是为一位被哈佛大学心理系开除的学生哈里斯（Judith R.Harris）的处女作《教养的迷思》。但是，平克对老师的著作一向力顶，用他的话来说，科斯林是知音兼辩友（confidant and debating-partner）。上次科斯林关于视觉思维的新书问世，讲述如何运用认知心理学原理设计PPT，他毫不犹豫地力荐。所以，当科斯林2013年这本新书问世，平克也不例外，照样力荐之。平克的推荐帮了老师大忙。一个新鲜学说，就此传播开来。

那么，科斯林说了一个什么新故事呢？我们先从流行文化中的一个错误观念说起：左脑右脑大不同。

你是家长，打开网上书店，准备帮孩子挑一些书，你会看到《右脑革命》、《右脑开发》这类读物或者培训课程；你在热恋，与心爱的人吵架时，你会生气地说，他只会用左脑思考，而她只会右脑思考；你是老板，招聘时，你想挑一些右脑型人才，你认为他们可能更善于管理。诸如上述常见错误观点，如左脑分管分析和逻辑；右脑分管艺术和直觉；男性善用左脑；女性善用右脑；左脑计划，右脑管理，广泛流传。正如科斯林在第5章指出的一样，左脑与右脑的这种二分法，来自1981年诺贝尔奖得主斯佩里（Roger Sperry）的割裂脑研究。然而，媒体刻意简化与故意曲解扩大了它的局限性，忘记了当年斯佩里的警告：

总的来说，在实验中观察到的左右半脑认知方式的巨大差异，是一种容易失控的观点……在正常的完整大脑中，两个半球往往作为一个整体紧密合作，记住这一点非常重要。

随着认知神经科学快速推进，我们已经可以采用核磁共振成像等各类先进设备来考察人类大脑如何运作。科学家普遍发现，左脑右脑差异并没有你想象的那么大。以至于在2008年，神经科学家特蕾西审查

2200多篇脑科学文献，聚集数十名世界知名神经科学家开会讨论时，各位科学家均将“左右脑”列为神经迷思（neuromyth）。

虽然左右脑差异并不存在。但这种二元化的划分非常有说服力，所以，当你碰到寻找差异时，你会不由自主地用左右脑来对应。比如前面所述，男性对应左脑，女性对应右脑；计划对应左脑，管理对应右脑。同样地，将人划分到相应类别中的人格类型说，也是人格心理学中历史悠久的传统。既可以上溯到星座与古希腊的体液说，也包括近代根据荣格人格理论延伸而来的MBTI等。

人格类型说的优点在于它可以帮我们简化世界，缺点则在于世界过于复杂，往往会使得你所依据的划分标准并不靠谱。那么，我们为什么不使用更底层的认知神经科学证据来划分人呢？

这就是科斯林去年新书所做的工作：认知模式理论。认知模式理论最早源自他早期与平克所做的心理意象研究。当你在大脑中想象，大象与老鼠站在一起。大象是否有尾巴？老鼠是否有尾巴？哪个问题你回答更快？

当你在头脑中想象大象与老鼠的时候，你究竟能更快想象出大象还是老鼠？物体的大小会影响你的心理意象。除了大小属性之外，还会有其他属性影响你的心理意向判断。比如，你更擅长以上脑为基础的空间意象还是以下脑为基础的客体意象？试看第4章的4个问题：

·自由女神像哪只手握着火炬？

·时钟在3:05分针和指针形成的角度是不是大于8:20的？

·米老鼠耳朵是什么形状？

·卷心莴苣和菠菜相比，哪一种蔬菜更绿？

前两个问题侧重空间意象，后两个问题侧重客体意象。你的大脑更擅长哪种方式，也会影响到对世界的判断。在自己早年的心理意象研究以及众多认知神经科学研究基础上，科斯林等2011年发表在《美国心理学家》上的元分析报告，调研了100篇神经科学论文，总结了10多个变量，然后根据这10多个变量精炼出两个大维度：上脑与下脑。上脑包括整个顶叶和额叶的上半部分（也是较大的一部分），下脑包括额叶较小的其余部分和整个枕叶及颞叶。人们同时运用上脑下脑两个系统。上脑负责创造及监察计划，下脑则负责分类及传译信息（参见第3章、第4章的介绍）。

如果说左右脑划分侧重于平面，科斯林的划分则侧重于立体；如果说以往人格心理学对人的分类是侧重词汇，科斯林的划分则是侧重大脑结构差异。

接下来，科斯林更重要的贡献在于，认为虽然人们都是同时使用上下脑工作，但不同的人对上下脑的依赖程度不同，因此，他率领的研究团队，依据人们使用上脑或下脑的不同程度，从人如何接触世界与人如何与他人互动出发，归纳出4种主要的认知模式。

·行动者模式（mover）：这类人上脑与下脑使用量都超出常人，善于计划，预测后果。习惯运用这类认知模式的人往往适合做领导者，如公司CEO、校长等。西方典型代表如脱口秀女王奥普拉、莱特兄弟；中国典型代表如毛泽东，三国之曹操。

·感知者模式（perceiver）：这类人多使用下脑而较少使用上脑，低调内敛，见解独特。他们尝试深层次理解所感知的东西，长于观察全盘局势，为人沉着冷静，经常追踪事情发展态势的变化。习惯运用这类认

知模式的人往往适合做小说家、牧师或图书管理员等，在团队中更适合扮演军师，提出更佳建议。西方典型代表如在孤独中写诗的狄金森（Emily Dickinson）、小说家莫里森（Toni Morrison）；中国典型代表如陶渊明，三国之诸葛亮。

·刺激者模式（stimulator）：这类人多用上脑而较少用下脑，富有创造力，却较难掌握尺度，适而可止。他们能跳出框架思考及制订计划，但当事情出错时，难以纠错与想出新的解决方法。习惯运用这类认知模式的人在团队中不应独当一面，担任唯一领导。西方典型代表如社会活动家霍夫曼（Abbie Hoffman）、泰格·伍兹；中国典型代表如竹林七贤，三国之猛张飞。

·适应者模式（adaptor）：这类人少用上脑或下脑，随波逐流，顺其自然，自由奔放，容易适应，与人相处愉快。他们一般不擅长想出新主意，但当要执行具体计划时，却是最重要的行动者，习惯这类认知模式的人轻易就能适应计划，往往适合在团队中担任骨干与负责重要运营。西方典型代表如泰勒（Elizabeth Taylor）、棒球巨星曼托（Mickey Mantle）；中国典型代表如周恩来，三国之关羽。

科斯林在第8章介绍模式起源后，第9~12章，具体介绍了四种认知模式，并列举了一些典型名人与虚拟角色；然后在第13章提供了一个经过初步信效度检验的问卷，来帮助你确定自己是哪种模式；最后在第14章介绍了不同认知模式导向的人如何更好地进行团队协作。当你碰到那些自己的认知模式不善于处理的事情时，不要急于切换模式。作者们通过一个森林动物的寓言和迷宫人造物的实验，建议你应该根据你想要完成的任务，就像残疾人挑选辅助自己的义肢一样来挑选你的伙伴。

当然，必须承认，青出于蓝而胜于蓝。科斯林文笔不如大作家平

克，加上中文转译，会使得此书略逊一筹，精妙思想，理解略有难度。同时，人格心理学近些年主流发展方向侧重于社会动机论与特质论结合，科斯林新学说究竟能受到多大的承认与欢迎，这还有待进一步探讨。无论如何，它给你提供了一种理解世界的新视角，这也许是平克力顶老师的重要原因吧。

阳志平，安人心智科学总监

微博：weibo.com/ouyangzhiping

2014-9-29

前言　为什么需要另一本介绍大脑的书

或许，这是关于大脑书籍的黄金时代。

在书店或网上溜达一圈，你会发现，探索大脑在工作、人脉关系、创造力、情感、个人成就等方面角色的书籍多如牛毛，让人无从选择。神经学家、心理学家、人生导师等各显其能，各种理论和观点纷繁呈现。作者指导我们如何强化知识、技巧和能力，以及如何改善大脑性能——以这种或那种方法承诺生活会更美好。

于是，问题就变成了：为什么需要另一本介绍大脑的书？

因为这本书与众不同。

本书提出了一项全新的、站得住脚的关于大脑功能和心理学的理论，这项理论建立在一项重大却经常被忽略的解剖学划分的基础上。我们在这里描述的“认知模式理论”根植于数十年的研究结果，这些研究大部分都是科学研究。“认知模式”是一种以个人如何接触世界、如何与他人交流为基础的普遍思维方式。据我们所知，这些发现还是第一次被系统性地呈现给主流读者。

我们从过去的错误中学到不少东西，尤其是那些起源可以追溯到将大脑划分为左右两半的方法。本书否定了这个延续半个世纪之久的、占主导地位的、讲述“分析/逻辑性的”左半脑和“艺术性/直觉的”右半脑之间所谓巨大差异的故事。尽管左右半脑的确拥有某些不同的功能，但它们并不是普遍流行的故事所描述的那样。为了不重蹈覆辙，我们粗略思考了一下这个故事是如何得到大众文化广泛支持的——为什么没有可靠的科学依据。早期的理论有很多困扰，然而我们的理论并没有步早期理

论的后尘，尤其是我们没有尝试发展一种描述大脑有多少区域在工作的非白即黑的简单二分法。相反，我们强调的是大脑不同区域的不同系统发挥的作用。

我们希望这本书能面向普通读者，但也希望对科学领域有所影响。自神经影像（也称脑部扫描）于20世纪80年代横空出世以来，精神和大脑的很多研究明显不再那么理论化了。尽管神经影像在现代神经系统科学中是一种很有价值的工具，却一直没有被有效地运用。如今，在扫描人们的大脑时，一些研究者简单要求他们执行一项任务（如下国际象棋或思考某个主题），然后观察大脑有哪些区域被激活。使用这种方法来检测理论，和传统的方法大相径庭。然而，传统方法也很重要，因为它正是通过不断完善理论来推动科学的发展，所以理论的发展和评估是很关键的。在本书中，我们通过提出一种全新、可信和连贯的并以坚实的实证结果为依据的理论，试图回归到“假设驱动”的传统。

此外，我们要提醒读者的是，这项理论还在发展中，很多关键的预测还需要严格的实证检验。我们希望读者以这种态度来接受本书的观点，如接受那些值得深思且依据充足的假设，而不是当作公认的真理。我们也希望这本书能激发新一轮的研究，进一步丰富我们对大脑实际工作原理的了解。

不仅如此，我们希望，认知模式理论在认识我们自己（作为人类整体和个体）方面做出重要的贡献。我们所提出的理论应该可以促使你去思考以前可能从未想过的问题。不论你的兴趣是提升自我、提高社交能力还是开展商业活动（或三个方面都是），我们相信了解和思考认知模式理论会让你受益匪浅。我们希望本书能引发读者深思。愿它能够帮助你认识自己和你生活中的人。

中国古代哲学家老子说过：“知人者智，自知者明。”

斯蒂芬M.科斯林教授

加利福尼亚州，旧金山

G.韦恩·米勒

罗德岛州，普罗维登斯

第1章　一种新的观察方法：大脑揭示了什么

按理说，在已知宇宙中，大脑算是最为复杂的物质。据估算，亿万个脑细胞之间可能存在的连接组合的数量可与宇宙的基本粒子相媲美。

因此，我们要如何认识这个复杂的器官？

这当然不只是学术实践。大脑暗地里影响了我们所做的每一件事，从早上醒来，一天中体力、社交和情感上的消耗，到睡觉，或做梦。可以说，我们的大脑共同组建了企业和社会。

但是，大脑极其复杂的事实并不意味着我们永远无法认识它。如果真是这样，心理学这个领域就不会存在。在本书中，我们提出了一种观察大脑的全新方法，它或许能够帮助你了解大脑是如何让你产生思想、感情和行为，以及如何影响你和他人的关系。然而，除了研究中心以外，这项理论所依据的许多原理几乎没有得到关注。

尽管大脑很复杂，而且神经学还是一门相对年轻的学科，但是我们仍然可以通过以下两种观点来了解大脑是如何运作的。

第一，在不同层次的分析下，包括大脑在内的任何客体都有可能被检验。以大楼为例，我们思考它的结构：楼层平面图、房间的形状、大门和窗户所在的位置等。我们也可以进一步分析、思考建设材料：砖头、木材、灰泥等。如果喜欢，还可以更深层次地思考材料的分子结构，如一块砖头的原子排列。

哪种层次是最好的呢？这取决于我们想要回答的问题。

如果想知道这所房子对一个五口之家来说是否宽敞，就会强调结构。如果想知道这五口之家是否感觉舒适，就会重视材料。如果想要给砖头制造商设计一款产品，就会关注分子结构。

同样，如果想知道大脑是如何让我们产生思想、情感和行为的，就要强调“大脑结构是如何让大脑储存和处理信息”这一大的方面——就好比大楼的结构。为了在这一层次上了解大脑，我们不必知道所有关于脑细胞（神经元）间的个体联结、粒子通过细胞膜的方式，或其他任何生物化学过程的细节；也不必知道组成神经元内在部分的分子结构。在结构层次的分析上，神经学和心理学的研究者已经掌握了很多关于大脑如何运作的知识，尽管还不能完全理解更深层次的内容。这种分析更多的是从宏观而不是微观角度进行的，而这一层次上的研究则构成了我们理论的基础。

第二，在结构层次上，大脑被组织成系统，而这些系统又被组织成子系统。

例如，大脑中如一枚邮票大小的称为V5的区域，在处理视觉运动感知中起到至关重要的作用（V代表视觉，5表明这个区域远离第一视觉区域V1）。当一个人看到一个运动的客体时，这个区域的神经元就会产生神经冲动。如果V5区域受损，人们就很难在视觉上觉察客体的运动。V5区域属于一个较大的记录客体位置的系统，而这个较大的系统则属于另一个更大的协调客体位置和特性的系统。

需要指出的是，即使坚持一个层次的分析（我们的例子是如何储存和处理信息），我们还是可以研究高度特化的小区域或者更大的区域。而且（这点将会非常重要）当我们不断认真思考大脑中大片的“不动产”时，我们需要使用那些更加能够概括它们功能的词语：这些词句能够

描述组成区域所完成的更加专业的事情。

在本书中，我们依赖这两种观点：我们运用较高层次的分析（类似于楼房的结构）来描述大脑较大区域的特征。

我们的检验不可能还停留在几十年前的水平上。生活在神经影像技术得以发明和改善的现代社会里，对于我们这些对大脑深感兴趣的人来说是多么幸运。这项技术非常适用于检测大脑储存和处理信息的区域有多大，通过这项技术我们也学到不少东西，结合旧的技术，如检验思想、情感和行为在大脑特定部位受损之后是如何改变的。

为了解释这项以人们如何接触世界、如何与他人交流为基础的认知模式理论，我们需要为你提供大量的信息。我们希望你能了解理论的来源，我们不是变戏法或凭空捏造出来的。但也不必只见树木不见森林：你真正需要牢记的只有这三个关键点。

第一，上脑和下脑拥有不同的功能。上脑拟定和执行计划（通常涉及决定将客体移向哪里或在空间里如何运动身体），而下脑则对关于世界的输入信息进行分类和说明。上脑和下脑一直都在共同协作。最重要的是，上脑利用从下脑传递的信息来制订计划（计划随着时间发生改变时，则要对它们进行调整）。

第二，根据这项理论，人们倾向于依赖这两种大脑系统的程度是有区别的：因为大脑的这些功能具有可选性（即不由即时情况所决定），例如一些人同时非常依赖两个系统，一些人依赖下脑而不是上脑系统，一些人依赖上脑而非下脑系统，另一些人对这两种系统都不是很依赖。

第三，这四种设想定义了四种基本认知模式：以人们如何接触世界、如何与他人互动为基础的普遍思维方式。根据认知模式理论，我们

每个人都有一种特定的主导型认知模式，它会影响我们如何应对我们的遭遇，以及如何与他人相处。当然，细节很重要，但这些都是我们的基本观点。

是系统，而非二分法

在本书中，我们利用研究者掌握的知识提出了一种全新的脑功能理论，脑功能的实现取决于上脑和下脑相互作用的方式。但我们不想依据一种或一套简单的二分法来描述上脑和下脑的特征，而正是这种二分法造成了现有的、众所周知的左右半脑的划分法，造成了这个在过去几十年中统治大众文化的大脑故事。你或许已经听过这个故事，这个故事将左半脑和右半脑分别描绘为逻辑性的和直觉的、言语的和知觉的、分析性的和综合性的，等等。问题是，这些以偏概全的归纳完全经不起科学的推敲。左半脑和右半脑的区别很微妙，简单而笼统的二分法实际上不能解释左右半脑是如何运行的。（我们将在第5章讨论这个主题。）

如果需要用包容性的词句来描述大脑大部分区域的特征，简单二分法是相当诱人的。但问题是，这种二分法一般不能表现大脑大部分区域真正运作的方式：当我们观察大脑的大部分区域时，我们必须将大量执行特化任务（如动作检测）的小区域集合起来。随着我们检测的范围日益扩大，被集合起来的小区域也将日益多样化。即使可以利用二分法来描述一些非常特化的区域，但依然无法用单一的特征来概括所有特化的小区域，因为小区域也许既没有单一的功能，也没有共同的功能。相比一根电线而言，大脑的大区域或许更像一根绳子：在绳子上，细小的线相互重叠，却没有一条线能贯穿整根绳子。

在思考大脑大部分区域的时候，我们需要考虑的是系统，而不是二

分法。一个系统既有输入和输出，也有一套共同运作为特定输入产生适当输出的组成部分。

我们熟悉的一种系统是自行车：输入是向下踩住踏板、骑车者在保持平衡中轻微移动身体，以及转动手把的力。组成部分包括车座、车轮、手把、踏板、齿轮、车链，等等。输出则是自行车向前运动、保持直立并一直朝着某个方向行驶。重要的是，组成部分的作用在于，通过共同合作为整体系统（整辆自行车）提供适当的输出。手把连接到前轮，是为了更好地掌控方向；车座安装在踏板的上方，是为了方便踩踏；齿轮传动链连接到后轮，是为了推动车子向前行驶；等等。

相同的原理也适用于大脑：大脑的不同区域发挥不同的功能，这些区域共同合作的结果是为特定输入（如特定的情景和声音）产生适当的输出（如你在躲避一个物体）。举个例子，看到一辆汽车向你呼啸而来，你就会跳到一旁来躲闪。

上脑，下脑

我们在本书中提出的认知模式理论建立在“将大脑划分成上脑和下脑两个重要部分”的基础上，我们将把每一部分看成一个以特定方式处理信息的大型系统。如我们所说，通过将大脑划分为这两大系统以及记录组成部分是如何共同运作的，我们从中学到了不少东西。首先，让我们来阐明上脑和下脑的意义：观察一张大脑侧视图（见图1-1），图上显示了大脑皮质（cerebral cortex），聚集了大部分神经元胞体的薄薄的大脑表层。大脑皮质是形成多数认知活动的地方，在本书中，我们关注的几乎都是大脑皮质（不是“内脑”，这个结构位于大脑内部皮质的下方，并参与情感与许多自动功能，如控制兴奋和饥饿）。

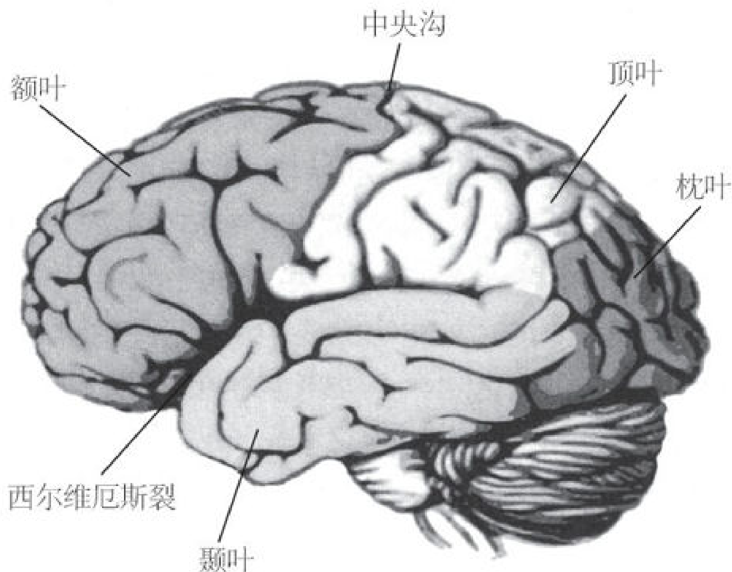


图1-1　脑叶

请注意，沿着颞叶上端的折痕就是大脑外侧裂，它将下脑的大部分区域和上脑分隔开来。

侧视图标出4个脑叶（枕叶、颞叶、额叶和顶叶）和大脑外侧裂（sylvian fissure，又称西尔维厄斯裂）的位置。大脑外侧裂是一条将大脑粗略划分为上脑和下脑的巨大、高度可见的折痕。每个脑叶都拥有许多相对专业化的系统，但对我们的目的而言，将4个脑叶分成两组大型的处理系统将最有益处：位于下脑的枕叶和颞叶，位于上脑的顶叶和大部分的额叶。我们还必须进一步做出神经解剖学的区分：根据连接到顶叶和颞叶的方式，额叶还能分为上端和下端。因此，大脑就被清晰地划分为上脑和下脑。

上脑和下脑的功能有相当大的差异。这个事实首次在视觉感知中被发现；美国国家科学奖获得者莫蒂默·米什金（Mortimer Mishkin）和国家精神卫生院的莱斯利G.昂格莱德（Leslie G.Ungerleider）于1982年在

一篇里程碑式的论文中支持了这个事实。然而，这项开拓性的研究在大众文化中却没有受到多大的关注。这项研究以猕猴作为实验对象，它们的大脑处理视觉信息的方式和人类的很相似。

米什金和昂格莱德的研究值得我们停下来认真思考一些细节，因为这个研究为上脑系统和下脑系统的不同功能提供了基本的见解。科学家训练猕猴完成两项任务。在第一项任务中，猕猴必须学会辨别出，在两个具有不同形状的物体中，哪个物体隐藏有少量的食物。这些物体都是三维的（如有条纹的棱形柱体），它们隐藏有小杯子，其中一个杯子装有美味的食物。每一次出现时，这些物体的位置都会被随意弄乱，但每一次隐藏食物的都是同一个物体。为了找到食物，猕猴需要学会辨别出这个物体的形状。在第二项任务中，对象则是两张完全相同的灰色海报，两张海报都隐藏有小杯子，其中一个杯子装有食物。现在，一个圆柱状块放在掩盖食物的海报附近。每一次出现时，圆柱状块都会被随意弄乱位置，但它和其中一张海报的距离比另一张近——食物总是藏在距离圆柱状块最近的那张海报底下，所以猕猴必须辨认出距离圆柱状块最近的那张海报，这样才能找到食物。

简言之，第一项任务要求学会辨认形状，第二项任务则要求辨认相对位置。

猕猴掌握这两项任务的技巧之后，研究者通过手术摘除它们一部分大脑。一些猕猴被摘除下脑的一部分（颞叶的下端），而另一些则被摘除上脑的一部分（顶叶的后部）。实验的结果很有戏剧性：被摘除下脑的猕猴不能再完成形状任务，也无法再次学会执行这项任务的方法，但依旧可以很好地完成位置任务。被摘除上脑的猕猴则恰好相反：他们不能再完成位置的任务，也无法再次学会执行这项任务的方法，但依旧可以很好地完成形状任务。

之后的许多研究，包括那些依赖神经影像来检测人类在执行与猕猴类似的任务时的大脑活动研究，都得出了相同的结论：在颞叶（位于下脑）进行的处理对视觉识别至关重要，如感觉我们之前见过这个物体、感觉它很熟悉（我之前见过那只猫）；而在顶叶（位于上脑）进行的处理则在记录空间关系（一个客体位于另一个客体的左侧）上起到关键的作用。

这些功能发生在比较靠近神经联结传递来自眼睛和耳朵的输入的地方，但处理并非在那里就停止了。确切地说，关于一个客体是什么和在哪里的信息流向大脑的其他区域，这些区域利用这些信息进行不同的运作。研究者表明，上脑和下脑在各种不同的功能如记忆、注意、决策、计划和情感中扮演专门的角色。例如，1993年，在耶鲁大学工作的福雷泽·威尔森（Fraser Wilson）、谢默思·斯坎莱德（Seamas Scalaidhe）和帕特丽夏·高曼拉齐（Patricia GoldmanRakic）在《科学》（Science）杂志上发表了他们开创性的研究。像米什金和昂格莱德那样，他们训练猴子执行一项任务，但研究者将细小的电线嵌入它们大脑的特定区域，而不是摘除一部分大脑，当猴子试图在短时间内记住特定形状在屏幕上的位置并对物体做一个简单的判断时，研究者就能监测独立神经元的活动。关于客体位置的判断与位于上脑（明确来说，位于额叶的上端）的活动神经元有关，而关于客体自身的判断则与位于下脑（额叶的下端）的活动神经元有关。

如图1-2所显示，检测人类和猴子大脑结构的研究者发现，从枕叶延伸出来的神经痕迹并没有中止在顶叶和颞叶，反而分别继续延伸到额叶的上端和下端。不仅如此，（对我们的理论来说更重要的是）研究已经证实上脑和下脑系统都有一个内部组织，它能让大脑的不同区域迅速地进行沟通与合作。

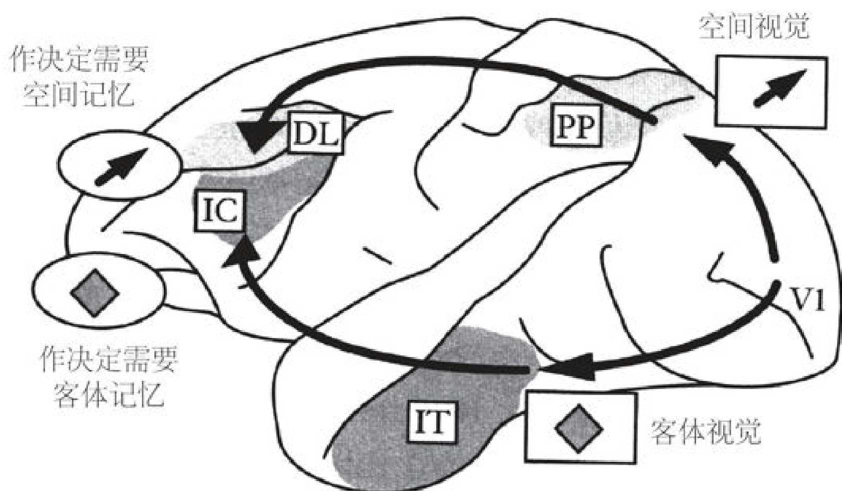


图1-2　接收来自眼睛的输入的第一个区域是V1（V代表视觉，1表明第一）。大量神经通路往下伸向颞叶（IT代表颞叶的下部），往上通向顶叶（PP代表顶叶的后部）。两条通路继续伸入额叶，直到背外侧，即上侧，图中的DL和底部（IC代表凸面的下部）。这些通路在视觉、短暂性记住信息来做出判断和其他功能上发挥作用。

大脑的两个系统

对这些系统有所认识之后，我们就快速地了解一下4个脑叶在上脑和下脑的运作以及它们共同协作的方式。在继续为我们的理论建立科学基础的同时，我们将深入介绍更多的细节。

枕叶（位于下脑）基本上都是处理来自眼睛的视觉输入，颞叶（也是位于下脑）的关键部分则处理来自耳朵的听觉输入。大脑的这些区域对从感官传来的携带信息的信号进行组织，过滤信号中的噪声，然后将信号分流到大脑更深的区域。正如昂格莱德、米什金和其他许多研究人员所揭示的，颞叶的其他部分包含关于形状和声音的永久记忆。因此，

从眼睛和耳朵传来的信号最终能够激活关于客体的相关储存记忆，就像一把打开对应锁头的钥匙。从眼睛和耳朵传来的信号也会分流到额叶的底部，而额叶底部通过许多神经联结和颞叶、枕叶紧密相连。额叶的下端负责人的情感记忆。

简言之，在很大程度上，下脑涉及处理来自感官的信息并利用它们激活与相关客体和事件有关的适当记忆。譬如，当你在陌生人海中看到一张脸，认出那是一位朋友的脸，因为从眼睛传来的输入就像一把开启关于你朋友记忆的钥匙。一旦激活了相关记忆，你就能知道那些内隐记忆，例如，她喜欢卡布奇诺，在所在行业里已经拥有丰富的经验，并且经常给出好的建议。

有时候，弄清你正在看什么或听什么，这件事就算完了（例如，可能发生在你看电视的时候），但事情经常不是这样的。我们想要弄清身边发生的事情，这样就可以确定目标并找出实现目标的方法。例如，你也许决定邀请朋友到一间喜欢的咖啡厅相聚，点了一杯卡布奇诺，并打算向朋友请教一个工作上的问题。

这些计划从哪儿来？它们又是怎么起作用的？

拟定和实施计划属于上脑系统的范畴。值得一提的是，额叶的上端参与这些功能。但上脑是如何清楚被感知的事情呢？关于客体空间位置的信息对计划如此重要，以至于它们在上脑就被直接处理了。我们需要了解客体的位置，是为了判断如何移动它们或在我们设法靠近或躲避它们时如何运动我们的身体。（在我们的例子里，如果缺乏这类信息，你就无法知道该怎么挤过人群来到你朋友的身边并和她交谈。）但我们需要知道的不只是客体的位置，还要知道这些客体是什么。这些来自下脑的信息流向上脑，上脑就能利用这些关于被感知的物体的性质的信息。

上脑和下脑在很多方面是相互协调的。最基本的一点是，当视觉和听觉感知区域（位于枕叶和颞叶）将信号传送到下脑的深处时，同时也将信号向上传送到顶叶。如之前所见，除了其他方面，顶叶负责记录物体的位置（你的朋友在人群中）。信息随后就传送到额叶的上端。事实上，顶叶通过许多神经联结和额叶的上端紧密相连。这些神经联结的数量庞大，并有精确的指向性，所以顶叶和额叶之间的合作明显会很密切。

额叶的上端也有很多控制行动的区域。因为我们的行动发生在直接环境里，为了给行动制订合适的计划，大脑需要知道物体的位置，并靠近它，跨越它，避开它，等等。为了走向你朋友，你需要知道朋友离你有多远；为了和她说话，你需要知道她面向哪个方向；你需要站在离她足够近的地方（但也不能太近），她才能清楚地听到你的声音。

额叶上端的很多区域位于输入（感官信号）和输出（行动）之间，这就能解释为什么这些区域既参与做出判断，又参与拟定计划。这些区域不只接收来自下脑的关于我们所感知客体的输入以及来自顶叶的关于客体位置的输入，同时也接收来自额叶下端的与情感有关的输入。所以，额叶的上端能够综合考虑“那是什么”、对此产生的情感反应和我们的目标的信息。因此，它们在我们制订计划、做出决策并以特定的方式（在某种程度上通过与顶叶联结的方式）引起注意上发挥至关重要的作用。如果我们的目标和情感要对周围不断变化的事件做出反应，它们就能使我们明白应该做些什么。

额叶和顶叶的分界线是大脑的中央沟（central sulcus）（沟就是大脑的折痕，很深的沟则称为裂，如大脑外侧裂）。位于额叶并紧挨这条大致垂直的折痕的前端，是一个被称为“监控带”（monitor strip）的控制精细动作的区域。位于顶叶并紧挨中央沟的后部，则是关注身体感觉

的“体感带”（somatosensory strip）。

为什么输入区域和输出区域会彼此相邻呢？答案可能是：如果一个计划不能产生所期待的结果，我们显然不会一直坚持用它。例如，你和朋友交谈完，掏出手机翻出日历来记录打算再见面的日期。但手机要滑出你的手心，你就会飞快地握紧它，阻止它掉落地上。如果某个东西紧挨着能够控制物体的精确操作的区域，它的感觉会如何？从系统的角度来看，对这种感觉的回应进行具体说明，这是很有意义的：这种安排让系统可以迅速地利用回馈信息采取行动来实现特定目的（在这个例子中则是不让手机掉落）。

对大脑不同区域如何相互作用的思考促使本书的作者斯蒂芬组织了一个小组，对那些有关上脑和下脑功能的科学文献进行了大量、前所未有的分析，我们将会在第3章详细讨论。这些分析描述了两个系统的重要功能。

下脑系统对来自感官的信号进行组织，同时将感知客体和预先储存在记忆中的信息作比较，然后利用比较结果对产生输入信号的物体和事件进行分类和说明。

上脑系统利用有关周围环境的信息（结合其他信息，如情感反应和对食物或水的需求）来厘清那些尝试实现的目标。它积极制订计划，预测执行计划时会发生的情况，然后在实施计划的过程中比较正在发生的情况和之前的预测，相应地调整计划（例如，手机就要从手中滑落时调整握手机的力度）。

两个系统总是共同协作，这一点非常重要。只有知道对方是你朋友（得益于下脑）之后，你才会运用上脑做出向她走去并与之交谈的决定。交谈结束了，你又制订另一个计划，在你手机日历里输入再见面的

时间和日期，之后当你尝试执行这个计划（上脑的活动）时，就要留意所发生的事情（再次运用下脑）。而且，上脑系统使下脑系统做好将预期对象和事件进行分类的准备，使下脑系统更加有效地运作。如果你一直期望在人群中看见你的朋友，就会比没有提醒的情况下更容易注意到你的朋友。期望（通过上脑）在下脑“事先准备”了识别机制。

系统通过各种方式相互作用，我们将在第3章深入探讨这一点。然而，对当前的目的而言，关键假设则是指人们或多或少倾向于运用大脑的这两个系统。

需要强调的是，我们所有人时刻都会运用每一个大脑系统，如果没有，我们在这个世界就不会有所作为。但我们需要区分这两种用法：第一种如为了走动而运用大脑，这在很大程度上由情境决定。如果你看见了你的朋友并希望和她交谈，那么你就会走过去。第二种如为了跳舞而运用大脑，这是可选择的。你几乎很少跳舞。但你可以学习跳舞，跳舞或许会变成一个爱好，然后你就可能抓住一切机会去跳舞。

当我们提及一个人依赖或运用上脑和下脑系统的程度是有差异时，我们指的是第二种用法，这种不是由情境所决定的处理。在这层意义上，我们可以或多或少地依赖其中一个或另一个大脑系统。例如，你通常可能非常依赖下脑，而对上脑的依赖较少，结果就是你有良好的观察力，但制订的计划却不够复杂和详细。你倾向于运用这些系统的程度将会对你的思想、感觉和行为产生深刻的影响。从这层意义来说（我们将在第6章分析原因），“人们或多或少都能高度运用每个系统”的观点奠定了认知模式理论的基础。

现在，让我们简要概述这一理论。

四种认知模式

上脑和下脑相互作用的方式衍生出4种不同的认知模式。每个系统被运用的程度横跨了一个连续性范围，从高度运用到最低限度运用。不过，对我们的目的来说，将这个连续性范围分为“高”和“低”两类是很有帮助的。

	高度运用（上脑）	最低限度运用（上脑）
高度运用（下脑）	行动者模式	感知者模式
最低限度运用（下脑）	刺激者模式	适应者模式

当上脑和下脑系统都被高度运用的时候，行动者模式就产生了。人们以这种模式思考时，往往倾向于制订计划和按照这些计划采取行动（运用上脑系统），留意这些做法的后果（运用下脑系统），最后根据反馈的情况调整计划。根据我们的理论，习惯于依赖行动者模式的人通常在那些允许他们计划、行动和看到行动后果的岗位上感觉最舒适。

当下脑系统被高度运用，而上脑系统没有被高度运用的时候，感知者模式就产生了。人们以这种模式思考时，就会运用下脑系统试图深入了解他们所感知东西的意义；他们解释他们的经历，将它们放入情境中，试图弄清其中隐含的意义。然而，根据定义，以感知者模式行事的人通常不会开展一项详细而又复杂的计划。

当上脑系统被高度运用，而下脑系统没有被高度运用的时候，刺激者模式就产生了。根据我们的理论，当人们依赖刺激者模式的时候，他们或许很有创造性和独创性，但总是不懂“适可而止”——他们的行动会有破坏性，而且他们也许不能适当地调整行为。

当上脑和下脑系统都没有被高度运用的时候，适应者模式就产生

了。以这种模式思考的人既不会开展计划，也不会专注于对他们的经历进行归类和说明。相反，我们的理论预测，他们很容易被当前事件和最迫切的任务所吸引。他们通常应该是行动派，积极地应对正在发生的事情。

我们将会讨论：我们每一个人都有一种主导型模式，这是人格的一个显著特征。和我们的态度、信仰和情感组成一样，它对我们的身份来说很独特、很重要。你可以在第13章参加一个测试，确认哪种模式：行动者、感知者、刺激者和适应者最适合你的主导型认知模式。不过，我们的理论也表明，我们有时会在不同的情境中选用不同的模式（我们将在第8章讨论这一点）。

我们希望这个观察大脑的新方法可以让你了解大脑如何影响你的思想、感觉和行为，反过来，这可能如何影响你和同事、社会人士及亲密朋友的关系。在本书之后的章节中，你将发现这些观点（来源于理论）在你和他人共事时可能会帮助你做出决定。如果你发现，不管是在工作还是在私人关系中，你都必须和那些主导型认知模式惹怒你的人共处，那么你将能找到可能的策略来解决问题。这些策略既不是公认的智慧，也不是那些完全受支持的新发现；但它们立足于坚实的基础，我们相信它们值得我们思考。

我们已经向你提供了很多信息，但你只需牢记一些关键点。再次重申。第一，上脑和下脑执行不同的任务。对我们的目的而言，最重要的一点是下脑对来自外界的感觉信息进行分类和说明，而上脑系统则制订和执行计划。第二，我们假设人们往往严重依赖这几类可选性的处理：在上脑系统而不是下脑系统进行处理、在下脑系统而不是上脑系统进行处理、在两个大脑系统进行处理，或者都不在两个大脑系统进行处理。第三，这4种可能性解释了4种基本认知模式，这些模式以一个人往往如

何处理身边的事情、如何与他人互动为基础。

以下的章节为认知模式理论提供了科学基础，然后再详细地揭示这一理论。沿用这个方法，我们就能理解日常生活所隐含的可能意义。在本章结尾处，我们应该思考一下我们的视角如何帮助你从另一个新的角度看待你自己，如何帮助你寻找到与他人共事、处理私人关系的新办法。这一理论或许完全正确，或许不是（只有时间能证实），但它根植于可靠的科学发现，它貌似是可信的——只要稍作思考，你就能收获有趣的观点。

第2章　理论根源

认知模式理论基于一条如今被广泛认可的原理：大脑不同的区域执行不同的专门功能。换言之，功能并没有遍及这个器官。从神经剖析学的角度来看，高度专业化的大脑功能是局限性的，而不是整体性的。

然而，这个关于大脑如何运作的共识相对来说还很新颖，尤其考虑到大脑研究的悠久历史。

神经系统科学根源于一些科学传统。最古老的也许是史前时期的环钻术（trepanation）。环钻术要在颅骨上打开一个洞，将大脑暴露出来，这显然是在尝试治疗疾病和创伤，或躲避魔鬼。另一个传统可以追溯到古埃及人。他们实施复杂的医术和手术，却没能认识到大脑的真正价值。他们设计治疗脑损伤的方法，却又极少考虑到大脑这个器官，以至于只有在为了让死者踏上永恒生命之旅而将尸体做成木乃伊时，他们才会对大脑进行处理。

伟大的希腊哲学家和博学者亚里士多德（Aristotle）稍微没有这么轻视大脑，但相信大脑是用来冷却血液的；他认为心脏是智慧和情感的所在——爱和情感在象征意义上一直存在着误解（在2月14日那天试着逃离这个错误）。通常被称为“医药之父”的希波克拉底（Hippocrates）更接近真理，在他那篇讨论癫痫的里程碑式论文《论神圣的疾病》（On the Sacred Disease）中，他写道：“应该广为人知的是，和忧伤、痛苦、焦虑及眼泪一样，我们的高兴、欢乐、笑声、乐趣都源自大脑。”但希波克拉底显然没预料到这一可能性：实际上，这块三磅重的组织可能是一个由多个部分组成的复杂机制。

整体性功能是指大脑作为一个单一整体运作并完成全部壮举，如肝

和肺那样。在中世纪，这个概念就经受住了考验，那个时候科学发展的速度总体减慢。随着文艺复兴的到来，包括17世纪的法兰西斯·西尔维厄斯（Franciscus Sylvius）（大脑外侧裂又名“西尔维厄斯裂”，就是以他的名字命名的）在内的一些解剖学家开始推动神经系统科学向前发展。

西尔维厄斯的同时代人，牛津大学自然哲学教授托马斯·威利斯（Thomas Willis）首次明确提出了“大脑不同的（大）区域负责不同的功能”。威利斯在1664年出版并由英国著名建筑师克里斯托弗·列恩（Christopher Wren）作插图的著作《脑的解剖》（Cerebri Anatome）被证实影响了局限性原理（即大脑不同的区域执行不同任务的观点）的创立。并不是所有人都会拥护他的发现，但在大约80年之后，这个发现却得到了重要的支持，那时瑞典科学家伊曼纽·史威登堡（Emanuel Swedenborg）出版了一本描述大脑神经元和大脑区域的书籍，他相信大脑神经元和大脑区域可以控制肌肉的运动。此外，史威登堡也假设“额叶能产生重要的认知功能”，这个假设预示了现代心理学一条基本原理。“如果大脑的这一部分受伤，”他在其经典著作《动物王国的经济学》（Oeconomia Regni Animalis）中写道，“那么，内在感觉（想象、记忆和思想）也会受损；意志减弱，决策能力变迟钝。”

《动物王国的经济学》发表后的40年里，捷克生理学家和解剖学家基里·普罗查斯卡（Jiri Prochaska）将史威登堡的观点向前推进了一大步。他推理说，在大脑较广的范围内，较小的区域可以单独负责不同的认知功能；他将每个小区域称为“器官”（organ），他认为这些小区域必须共同协作来完成人类思维的复杂过程。

“因此，智力的每个分工在大脑中都有指定的器官，这是绝对有可能的，”他写道，“所以，感知有一个，意志有一个，想象和记忆也各有一个，它们行动非常一致，相互刺激彼此采取行动。”

普罗查斯卡并没有使用“大脑系统”（brain system）这一术语，但他所描述的内容却是“大脑系统”的内容（尽管他错误地表现了系统的特征）。他凭直觉对大脑功能做出了一项我们今天所熟知的基本假设。

颅相学家弗朗兹·约瑟夫·加尔

具有讽刺意味的是，心理学受大众追捧的第一次热潮成为解决“大脑功能定位说和整体说之争”的一大重要因素。在19世纪的大部分时间里，科学家都将精力集中在这场争论上。

行为古怪的维也纳医生和神经解剖学家弗朗兹·约瑟夫·加尔（Franz Joseph Gall）提出，颅相学建立在“大脑是心灵的家园并被划分成特定区域”这一前提的基础上。和普罗查斯卡一样，加尔也将这些特定区域称为“器官”。但与这位捷克解剖学家不同的是，加尔声称他已经确认这些区域和它们所假定的心理机能。在他那本出版于1819年的有着独特书名的著作《神经系统及脑部的解剖学和生理学，及以人和动物头颅的形状测定其智力和道德的品性之学》（The Anatomy and Physiology of the Nervous System in General，and of the Brain in Particular，with Observation upon the possibility of ascertaining the several Intellectual and Moral Dispositions of Man and Animals，by the configuration of their Heads）里，他认为，随着个人的发展，大脑的发育会根据每个基础器官的大小和形状对颅骨的结构产生影响。他宣称，颅骨上的隆起预示着某种杰出的品性，而凹陷则预示着某种缺陷。因此，颅骨成为一种评估一个人大脑本质的方法，也是评估那些通过大脑特定区域来实现的心理机能的方法。之后的研究显示，尽管颅骨结构会因人而异，但差异并不反映在大脑区域面积的变化上；颅骨的差别并不会影响品格和心智能力（见图2-1）。



图2-1　19世纪的颅相学，这一“科学”认为，认知功能被定位在大脑的特定区域。据说，对颅骨进行一次专业性的观察或许可以揭示每个人的优势和弱点。

在那个时代，加尔的理论得到广泛的支持。至少，它是一项简单易懂的心理学理论。普通人想要得到好处，并不需要通过显微镜和奇特配方，只需轻轻松松走访一趟当地颅相学家就会奏效（当然会花点钱）。

观察简单又直接：颅相学家用他的指甲抚摸你的头皮，以此来观察颅骨上的可见特征，有时还会用到卡尺和卷尺。然后宣布他们的发现，这经常需要大脑“器官”绘图或半身像的帮助。加尔所确认的27个原始器官能产生：恋情或忠诚；犯罪、残暴；狡猾、好性情；怜悯、道德感；口才、口头记忆；通神学、对上帝和宗教的感受。

花费大约一个小时的时间就能完成一篇全面的分析。颅相学家经常被雇主招聘来筛选应聘者；而夫妻经常在夫妻关系上向他们请教；父母向他们请教如何抚育孩子的建议。更多的个人则只是为了提升自我而进行咨询。

然而，并不是所有人都会相信颅相学家。马克·吐温（Mark Twain）这样的名人就认为颅相学家是江湖骗子，在《哈克贝利·费恩历险记》（The Adventure of Huckleberry Fin）里借着描写“巴黎大名鼎鼎的蒙塔尔班·阿芒博士”这个自称拥有预言能力的吹牛者对他们进行一番讽刺。作家安布罗斯·比尔斯（Ambrose Bierce）更加苛刻，在他的《魔鬼辞典》（The Devil’s Dictionary）［最初名为《愤世嫉俗者的字典》（The Cynics’Word Book）］中更是对颅相学家极尽嘲讽之事：“这是一种从头皮底下掏钱包的科学。它包括定位和开发头皮，人正是因为这种器官才容易受骗。”

颅相学从未获得科学界的关注，因为它的一些基本假设是错误的。颅骨形状不能反映认知功能，大脑单独的局部区域不能产生“坚贞不移”、“婚姻的爱情”、“残暴”等。这种复杂的功能形成于认知和情感的多种过程（经常通过大脑多个区域共同协作来完成这些过程）。

然而，在加尔去世后相当长的时间里，颅相学继续吸引着它的信仰者和从业者。英国颅相学学会直到1967年才解散，密歇根州在2007年10月将销售税扩张到占星术、命理学、掌相术以及颅相学。Phrenology.com这个网站如今还在宣传颅相学，易趣网（eBay）还在出售大脑制图和半身像。可见，一些热潮依旧很难消散。

皮埃尔·保尔·布罗卡和他的影响

颅相学被证实是错误的，但并非没有价值。它进一步明确了这些概念确认心理能力和分析心理能力；尽管颅相学所确认的心理能力并不正确，但将大脑分解成组成部分的想法却是对的。它强化了“大脑功能是局部化的”这一新兴共识。

一些拒绝颅相学的科学家仍然否定大脑功能具有局限性。这个科学分歧一直存在。巴黎外科医师、神经解剖学家皮埃尔·保尔·布罗卡（Pierre Paul Broca）也参与到了这项科学研究中。他在19世纪60年代表示，语言的产生依赖于大脑左半球的前部——他认为这是支持局限性的有力证据。

布罗卡在研究两个脑受损的病人之后得出了这个结论。其中一个病人尽管在其他方面还拥有认知功能，却只能发出5个词语（他的母语法语发音）：“是”、“否”、“三”、“一直”和“勒罗”，后者是对他姓氏“勒隆”的错误发音。布罗卡的第二个病例更加有名，是一个名叫莱沃尔涅（Leborgne）的病人，这个51岁的老人无论尝试说什么，却只能发出一个音节“tan”；“tan”就成为莱沃尔涅所在研究所的职员对他的昵称。布罗卡相信这两个存在语言障碍的病人都遭受了脑损伤（脑组织受损的区域）他们在1861年去世之后，布罗卡解剖了他们的大脑。如他所怀疑的那样，他发现两个病人左脑的同一个区域都遭受了损伤。考虑到布罗卡在国际科学界的地位，在局部化和整体化功能的争论中，他对局部化的支持是很有分量的。

布罗卡的研究影响了包括哈佛大学的威廉·詹姆斯（William James）这位心理学巨人在内的心理学家。詹姆斯花了10年时间撰写并于1890年出版的划时代著作《心理学原理》（The Principles of Psychology），成为他一生的成就。他在书的开篇写道：“心理学是关于心理生活的现象及其条件的科学。”在第1章中他用“心理学的范畴”这一

短句涵盖了从大脑功能到思想和行为的这一循环。“那么，我们的第一个结论就是，”他写道，“一部分的脑生理学必须被预先假定或者包含在心理学的领域里。”意识属于脑解剖学范畴的观点在今天可能平淡无奇，但在19世纪晚期，一些人却认为这是革命性的。

到了20世纪40年代，科学家在新技术的帮助下不仅广泛接受“大脑不同区域支持不同的功能（如顶叶记录物体的空间位置）”的观点，也证实了较小的可确认区域可能拥有非常特定的功能（如，V5区域在我们检测运动中发挥关键的作用）。美裔加拿大籍神经外科医生怀尔德·潘菲尔德（Wilder Pemfield）是这类研究的一位先驱人物。

潘菲尔德发现可以研究那些寻找手术科治疗的癫痫病患者。当大脑一个小区域的神经元开始同步产生神经冲动并吸引附近其他神经元，直到大脑的大部分区域处于痉挛状态的时候，癫痫就发生了。痉挛会产生不受控制的运动，它们通常是（可以是）剧烈的。在很多（但不是全部）病例里，药物治疗可以控制疾病。当这种治疗失效时，病人有时会对治疗绝望，自愿参加一些为了平息或防止脑痉挛的新外科疗法。潘菲尔德发展了这些治疗法，特别是所谓的“蒙特利尔治疗”（Montreal procedure），在这个疗法中，部分大脑组织被切除。在动手术之前，潘菲尔德尝试确认由大脑特定区域所完成的功能，这样他就不会在疏忽下破坏重要的功能。因为大脑没有痛觉感受器，所以潘菲尔德就可以利用电击刺激病人裸露出来的大脑。病人已经被局部麻醉，但在打开颅骨之后却是清醒的。在一毫米一毫米地移动电击刺激位置时，他监测病人的语言反应。通过这种方法，他可以精确地绘制出大脑小区域的地图，来显示这些区域与语言、运动控制和其他功能的关联性。

在同一时期，潘菲尔德的蒙特利尔的麦吉尔大学同事、心理学家唐纳德·赫布（Donald O.Hebe）将认知功能和生物学功能结合起来，证实

了詹姆斯的一项基本假设。在1949年出版的《行为的组织：神经心理学的一项理论》（Organization of Behavior：A Neuropsychological Theory）一书中，他写道：

从科学的目的来看，“思维”可以只被视为大脑的活动……因此，心理学家和神经生理学家是在绘制同一个海湾的地图——可能从对立海岸着手，有时会彼此重叠或重复，但可以利用一些固定点不断创造机会来为彼此的成果做贡献。理解行为的问题也是理解神经系统全部活动的问题，反之亦然。

前期的准备已经做好。在第3章里，我们将返回复式大脑这个主题，更加详细地探讨从大脑的两个系统功能所学到的东西。

第3章　复式大脑

人们认为法兰西斯·西尔维厄斯发现了上脑和下脑之间在解剖上的重要划分，这一划分以他的名字命名。“特别值得注意的是，始于眼睛根部的深裂缝或深裂孔，”西尔维厄斯在他1663年出版的《备受争议的医学》（Disputationem Medicarum）中写道，“在太阳穴之上一直延伸到脑干的底部……它将大脑划分成较大的上脑和较小的下脑。”

图3-1中的17世纪的图像显然是大脑外侧裂的第一张插画，大脑外侧裂也被称为外侧沟和外侧裂。裂缝就是大脑折叠面上两个较大区域之间的暗色部分（为了显示“裂”的区域）。

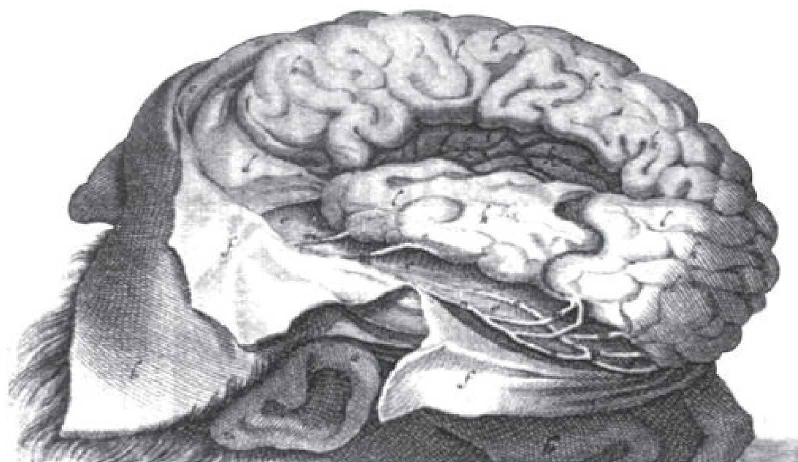


图3-1　人们认为，17世纪荷兰科学家法兰西斯·西尔维厄斯首次确认上脑和下脑之间的划分，现在这个划分以他的名字命名。但几个世纪以来，它的重要性一直没有被认识到。

资料来源：J.Voort Kamp in Institutiones Anatomicae，by Caspar Bartholin.

现代的大脑示意图（对立面）同样也凸显很重要的大脑皮质，它是大脑的外膜。大脑皮质包含大部分的神经元胞体和处理多种类型信息的脑细胞。在保存的标本中，大脑皮质的颜色是灰色的（因此有了术语“灰质”）。如我们所注意到的，认知模式理论只关注皮质的功能。我们不会介绍位于皮质之下许多结构的功能［这是另一项理论的重点，如保罗·麦克莱恩（Paul MacLean）的“三脑模型”（triune brain）理论，即哺乳类动物大脑内部的深处存在一个“蜥蜴脑”］。皮质像核桃外壳一样布满褶皱，并分成在第1章所总结的4个脑叶（每个脑叶的左右两边都被复制，因而就有了8个脑叶：两两配对成4对）。每个脑叶都要执行许多独特的功能，而这些功能通常都在特定的小区域完成——一般不会分散到整个脑叶的范围（见图3-2）。

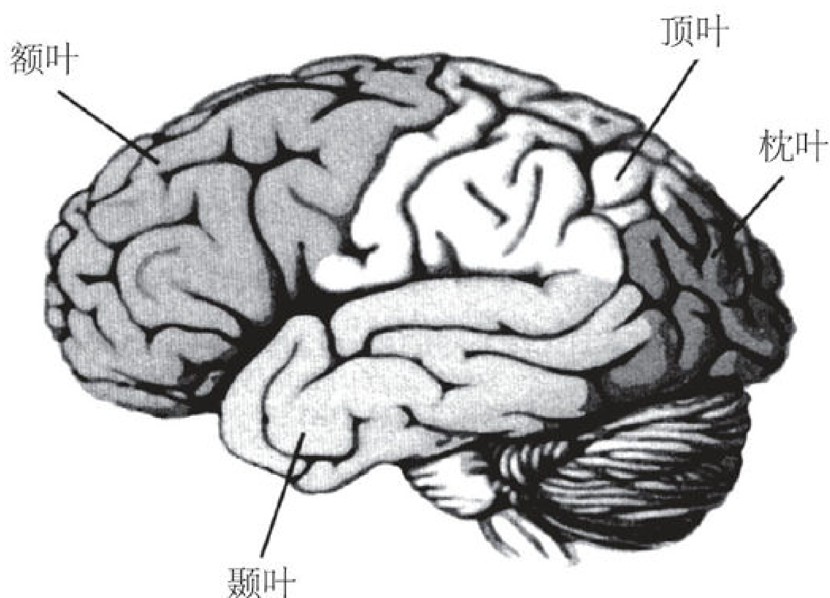


图3-2　脑叶的主要功能

额叶

·拟定计划，做出决定，在短时间内记住信息，排序，吸引注意，留

意期望和现实之间的差异，情感记忆。

·产生言语，控制情感表达，引导行为。

顶叶

·确定客体相对于身体在空间的位置；指定客体相关的大小和位置。

·运算，触觉。

枕叶

·将视觉输入的信息组织成形状、表面和客体。

·将视觉信息传递给颞叶和顶叶，再做进一步的处理。

颞叶

·将信息储存在视觉的长期记忆中；将新的信息输入长期记忆中；倾听。

·将所感知的刺激进行分类，理解语言。

1.枕叶

枕叶位于后脑勺，是4个脑叶中最小的一个。枕叶位于大脑皮质，接收由眼睛生成的大部分信号，可以说，枕叶专注于视觉工作。分散在脑叶上的区域会相互协作，对所见物的多种属性进行整理，如辨别形状的边界和指定颜色。后脑勺被撞击之后，人们就会眼冒奇特的“金星”，这就是枕叶上被激活的神经元随意发射神经冲动的结果。

2.颞叶

颞叶位于太阳穴的下面、耳朵的前侧和大脑的底部。大脑外侧裂将颞叶、额叶和顶叶分隔开。颞叶对声音处理和语言理解极其重要，同时在记忆新信息、情感的某些方面，储存视觉记忆、确认客体颜色和对感知客体进行分类上起到重要的作用。

如我们所见，这两个脑叶构成了下脑系统的大部分。下脑系统记录感官输入，对它们进行整理，利用这种输入来确认客体或情景。[1]当一个客体被确认时，你可以将之前在类似客体上获得的信息应用到它上面。你知道苹果里面可能偶尔会有虫子，也许你没有看见正拿着的苹果里有虫子，但你之前发现过一条虫子或者之前就认识到苹果里面有时会有虫子。同样，当你和一位朋友见面时，你就对她的喜好很了解，因为你之前已经在记忆里储存了这些信息，现在就可以获取它们，即使她在那个时候并没有表现出这些喜好。

3.额叶

额叶位于大脑前侧，紧挨在前额的后面。它是人类大脑中最大的脑叶。我们将额叶分为两部分，它们分别位于上脑和下脑系统。这两部分联结到大脑其他区域的方式可以表现它们的特征（见图3-3）。大束的神经纤维将颞叶联结到属于下脑系统一部分的额叶的下端，额叶下端特别涉及情感和奖励。每一束神经纤维又被称为一个纤维束（fasciculus，它的拉丁文就是“束”的意思）。此外，其他纤维束将顶叶联结到属于上脑系统一部分的额叶的上端。额叶的这一部分紧密参与运动控制、语言产生、寻找特定记忆、注意力（外部世界和内在活动）的某些方面、推断、决策、短期记忆和“执行功能”（executive function）——包括拟定计划和预测行动结果的能力。额叶上端的内侧包含前扣带皮质（anterior cingulate cortex）。在比较期望发生和感知发生的事情，并记录两者的明显差异上，前扣带皮质起到一定的作用。最后，额叶上端

的后部有一个“运动地带”（motor strip），用来控制身体特定部位的精细动作。

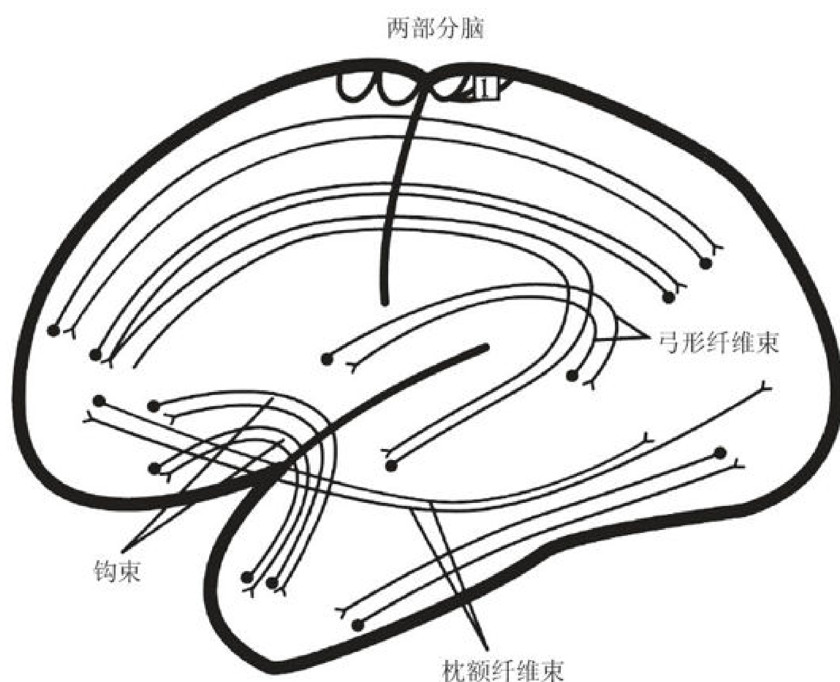


图3-3　大脑重要的远程联结（纤维束）

请注意，这些联结能确定额叶分别位于上脑和下脑系统的部分。

经过初步考虑，我们必须要注意，上脑和下脑功能的概括上似乎出现了一个重要例外：布罗卡区（Broca’s area），它涉及语言的产生，位于额叶所谓的下脑区域。布罗卡区从额叶顶部，从颞叶，从运动、体感和顶骨区域接收大量的联结。联结的模式意味着布罗卡氏在某种程度上像上脑一样发挥功能，我们预期它可能在语言产生过程中控制嘴巴、舌头、嘴唇和声带。这个区域在语言理解过程中也扮演重要的角色——我们预期它可能在执行下脑的功能。而且，当人们试图去说明他人的行为时，这个区域就会被激活——属于下脑的功能。这个区域与这些功能保

持一致，并在理解非言语动作的意义上起到一定的作用。因此，布罗卡区在对输入进行分类和说明上发挥着一定的作用，如我们根据它的解剖位置所预期的那样。然而，它对于发音器官产生振动也有一定的影响，这再次证实了上脑和下脑两个系统在不断地相互作用和协作。

4.顶叶

顶叶位于上脑后侧和枕叶的上端。顶叶对各种功能都很重要，而不仅仅是记录空间信息（如之前所注意的）。这些功能的范围从指定空间方位到运算能力。顶叶在关注外界事务和内心状况上也发挥着极其重要的作用，似乎对意识也起到一定的作用，但其他脑叶也是如此。另外，来自身体不同部位的感觉被记录在位于顶叶前部体感地带边上的特定区域——左半身的感觉传送到右侧顶叶，右半身的感觉传送到左侧顶叶。

因此，上脑系统包括顶叶、额叶的上端。更技术化的说法是：上脑包括整个顶叶和被称为“背外侧前额叶皮质”（dorsolateral prefrontal cortex）的区域。对四足动物来说，“dorse”意为“背部”（对应直立人类的“顶部”）；“lateral”意为“侧面”；“pre-”表示额叶的那一部分位于活动区域的前侧，而活动区域位于额叶的后侧。背外侧前额叶皮质是额叶的上端（较大的区域）。上脑包括活动区域和额叶内侧皮质（medial frontal cortex），尤其是前扣带皮质。

下脑包括枕叶、颞叶、侧前额皮质（lateral frontal cortex）的下端、眶额叶皮质（orbitofrontal cortex，因为它正好位于眼眶上面，所以也被称为ventromedial frontal cortex，它在记忆情感事件上发挥了特别的作用）和额极（frontal pole，位于额叶的最前端，涉及整合各种形式的信息）。

昂格莱德（Ungerleider）和米什金（Mishkin's）在1982年发表了那篇里程碑式的论文，不久之后，斯蒂芬就去了他们位于马里兰州贝塞斯达的实验室与他们会面，并且见识了他们针对动物的一些实验和实验方法。米什金讨论了他们的发现：猴子的下脑涉及确认形状，而不是指定空间关系，上脑却刚好相反，涉及的是指定空间关系而不是确认形状。那时斯蒂芬就觉得这个观点令人震惊：据他所知，所有心理学理论和为产生计算机图像而设计的人工智能程序理论都忽视了这一区别。（很多人往往认为人工智能是当代的学科，但事实上，在20世纪50年代中期它就已经受人关注了。）在那个时期，人工智能对认知心理学的影响要比对大脑研究重大；认知心理学注重心理过程的科学研究。斯蒂芬接触过人工智能，对这个领域很熟悉，但对神经系统科学却有点陌生。

用你的双眼观察周围的空间：不可否认的是，形状稳定地待在特定的位置上，难道不是吗？从逻辑上来说，它怎么可能会是另一种情况？我们强烈地感觉到每个客体都处在它的位置上，这或许意味着大脑的某个区域同时涉及对形状和位置的处理。

但如昂格莱德和米什金所证实的，科学是正确的：我们的印象是骗人的。在大脑中，这两个功能是分离的，[2]它们分别处理一个客体是什么以及它在哪里的信息。这个事实暗示了在处理的某个后期阶段时，两种信息必须“黏合起来”，反过来，这个观点也意味着误差是可以发生的。从直觉上来说，你能够认出一个客体，然而却不能在正确的位置上看见它，这似乎很奇怪。然而，科学文献已经清楚显示，这种误差的确会出现，当客体只是被短暂看见时误差出现的频率更是惊人。如今，安娜·特丽斯曼（Anne Treisman）和希拉里·施密特（Hilary Schmidt）在一个

经典实验中发现，当人们非常短暂地观看一套有颜色的形状（例如，一个正方形，一个三角形）时，之后就会做出“错觉性结合”（illusory conjunction），近1/5的试验出现了这种情况。“错觉性结合”是指他们在心理上将真实出现在分散在各处的客体的特征混搭起来。例如，如果他们看到一个红色小正方形在一个位置而一个蓝色小圆形在另一个位置，他们可能会说看到一个蓝色的小正方形——错误地将在不同位置的客体的特征结合起来。

简言之，“形状和位置的信息在大脑中是分离的”这一有悖直觉的观点已经获得科学的大力支持：下脑系统单独处理关于客体属性（如形状和颜色）的信息，上脑系统则处理关于客体位置的信息。但两个系统传送的输出并不总是都能正确地结合起来。

考虑到大脑外侧裂的存在，科学家很自然就会思考到这些问题：在解剖学上，大脑为什么会被划分为上脑和下脑两个不同的系统？它为什么不是一个庞大而单一的系统？还有一个更为现实的问题：通过探索昂格莱德和米什金的猴子实验所揭示的意义，我们在理解人类心理学上可能会有什么收获呢？

随着世界各地对动物和人体研究的进一步深入，越来越多的证明上脑/下脑分法重要性的证据开始被发现。20世纪80年代后期，斯蒂芬就已经在努力解开这个谜题，那时他和他的同事利用与上脑和下脑系统相对应的模拟神经网络创建了一个计算机程序，这个程序能识别简单形状和指示方位。

这个模拟神经网络拥有成套的“节点”（nodes），一个节点基本上等同于一个神经元。节点以各种方式组织起来。通常来说，第一类节点（所谓的输入节点）接收从网络外传入的刺激，而另一类节点（所谓的

输出节点）将网络内的信息输送到外界，第三类是中间节点，介于前面两类节点之间。节点能够以不同的方式进行联结，这就会改变由特定输入产生的输出。

在这些计算机模型中，上脑和下脑系统对应第三类节点中的不同组群以及它们与输入节点、输出节点的联结。在一些版本的模型中，上脑和下脑系统完全是独立的，而在其他版本中，他们却共享一些相同的中间节点。

从逻辑上来讲，将两个系统视为独立系统是很有道理的：不管客体处于什么位置，下脑系统都需要识别客体，然后扔掉关于位置的信息。反之，上脑系统依赖的正是下脑系统所扔掉的信息。事实上，利用计算机模型进行的实验有力证实了，当模拟神经网络能够采取明确的“各个击破”策略、下脑系统为了识别物体的形状而忽视位置信息（不管物体出现在何处）、上脑系统依赖被忽视的信息的时候，它的运行状态是最佳的。相比使用一个单一网络来完成两项工作或两个网络有部分工作重叠，这种分工更加有效率。显然，这两种功能是不同的：当系统被分为上脑和下脑两个不同部分时，它的运行状态更加良好。

4年之后，斯蒂芬和他的同事研究了大脑两个系统可以相互作用的方式，探索上脑系统能否在某些情况下代替下脑系统。他们从计算机模型转向人体，研究了一个中风病人。他的血液被阻止流向下脑（可能因为血块堵塞了动脉），下脑系统一部分区域的神经元已经死亡。

这个病人的下脑系统已经受损，但上脑系统大体上却幸存下来，所以研究者就假设，在通常运用下脑系统的情况下，他将被迫运用上脑。他们的假设被证实是正确的。病人需要花费比平常更多的时间来识别那些有许多不同组成部分的物体，因为他是分别记录每一个位置，而不是

将其视为一个整体结构——在下脑系统受损之前他会这么做，和其他拥有正常控制力的参与者一样。用类推的方法，他不会将一张脸看成一个单一整体，而是单独地记录眼睛、鼻子和嘴巴的位置。既不像那些脑部没有遭受这种损伤的人，也不像那些通过下脑系统将客体看作一个单一整体的人，这个病人似乎只能运用下脑系统来记录单个部位的信息，而不得不运用上脑系统来留意每个部位的位置，并且煞费苦心地将所见之物拼凑起来。

昂格莱德和米什金对“什么”（下脑系统）和“哪里”（上脑系统）做出的区别似乎经受了对脑受损病人进行的许多不同研究的检验。但另一种对上脑和下脑系统功能的解释也在不断发展当中：研究者梅尔文·古德尔（Melvyn Goodale）和A.戴维·米纳尔（A.David Milner）提出了另一项理论，没有对“上脑系统记录位置信息”进行假设，这一理论在1992年收入《神经系统科学的趋势》（Trends in Neurosciences）期刊中。他们研究了一个脑受损严重到可以破坏两个脑系统特定方面的病人，发现他在意识上很难识别形状、大小甚至单个线条的方向，但却很容易利用这些信息来指导行动。例如，她毫不费力就确认出一张明信片的方向，这样就能将它塞进那个相应的狭缝里。对这个病人进行了一系列具体的研究之后，古德尔和米纳尔确信，不是“什么”和“哪里”之间存在适当的区别，而应该是“什么”和“如何”——指一个人如何指导行动的实现。

然而，其他研究者很快发现顶叶受损的病人很难记录空间关系，即使这一信息与行动指导没有任何关系，例如，他们可能难以确认一个客体位于另一个客体的左侧。

这不是说古德尔和米纳尔是错误的（事实上，上脑系统确实在控制行动上发挥了至关重要的作用），而是说他们的观点太局限了；上脑系统不仅控制行动，还执行许多其他的功能（包括指定客体所在的位

置）。上脑系统对指定空间的重要作用更为普遍，而不仅是利用它来指导行动的时候。

古德尔和米纳尔观点的局限性凸显了关于“什么”/“哪里”和“什么”/“如何”两种区别的一个基本问题，它和一直困扰左右脑划分法的问题很相似：两者都依赖二分法。对所有简单的二元区分来说，大脑太过复杂，以至于当我们试图描述大脑大区域的功能时，它无法为我们提供答案。好吧，一个简单的非白即黑的解释的确太过简单了。相反，大脑处理信息，以及任何站得住脚的关于大脑功能特征的描述都必须以“一个处理信息的系统”为前提条件。

元分析

在描述上脑和下脑系统对信息进行处理的多个特征的努力中，格雷瓜尔·博斯特（Gregoire Borst）、威廉·汤普逊（William Thompson）和斯蒂芬做出了唯一主要的尝试：他们于2011年在《美国心理学家》（America Psychologist）期刊上发表了一篇对神经系统科学文献进行广泛分析的文章。这个小组运用的是“元分析”（meta-analysis），即查阅之前的许多研究结果，然后寻找能超越它们的模式。这种元分析要求研究者首先搜索科学文献，找出三种具体涉及上脑和下脑功能的研究：调查上脑和下脑受损对人类认知和行为的影响；当人们在执行特定任务时上脑或下脑的哪些区域被激活（通过神经影像检测）；使用“经颅磁刺激”（Transcranial Magnetic Stimulation，TMS）技术暂时性地干扰上脑或下脑在特定位置的活动。经颅磁刺激将强烈的磁脉冲传送到大脑的一个特定区域，就会暂时性地干扰那个区域的神经功能。研究者发现，已发表的相关研究不下百篇。

这种元分析的结果很显然：涉及上脑区域的时候，预测到4个特征：①任务不要求对形状进行处理；②完成任务必须利用空间关系（例如，判断两个客体中哪一个更靠近第三个客体时所需的空间关系，所以，如昂格莱德和米什金所声称的，指定“哪里”确实是上脑系统的部分功能）；③需要排序（涉及“执行计划”这类功能）；④检测行动。涉及下脑区域的时候，预测到3个特征：①需要利用平行处理（当两个或更多的处理同时进行，如一个客体必须同时和很多被储存在记忆中的客体作比较的时候，平行处理就发生了）；②确定空间关系不是必需的；③排序不是必需的。

但是，首次运用元分析时并没有发现，在参与者不得不对刺激物进行分类时下脑系统也有参与。（当人们必须对刺激物进行分类时，如给客体命名，就会需要下脑系统的参与。）为什么？进一步思考这些研究，马上就能联想到一个假设：一些研究涉及的分类并不是形状（这种功能依赖下脑系统），而是空间关系，如人们在判断一个客体是位于另一个客体的左侧还是右侧（上脑系统的一个任务）的时候。如果没有考虑那些要求参与者对空间关系进行分类的研究结果，再次运用元分析的时候，预期结果就会出现：下脑系统明确参与对客体属性进行分类（所以，如昂格莱德和米什金之前所宣称，指定一个客体是“什么”的确发生在下脑系统）。

不过，从理论上来说，上脑和下脑系统之间的区别可能会反映出其他的大脑划分法。或许左右脑分法的确是以这个研究所完成的更加有条理的分析为基础。或者说，前后脑分法可能备受评议。用统计学的方法来评估这些可能性很容易，而进一步分析所得出的结果则很明显：即使在统计学上掌控了左右脑和前后脑分法的差异可能产生的影响，但是随后我们也发现上脑区域在调解空间关系、排序和行动的处理，而下脑区

域则在调解分类的处理。

总之，元分析证实了上脑和下脑这种划分的重要性。

尽管上脑和下脑的划分并不只是在左右脑对决或前后脑争论中形成，但这并不意味着上脑和下脑系统的不同区域拥有完全相同的功能。

为了探索这个可能性，研究小组检测了上脑前侧、上脑后侧、下脑前侧和下脑后侧的区域。这些附加的研究显示，上脑前侧在调停排序处理中扮演着一个特殊的角色，而上脑后侧在空间关系和运动处理中发挥特别的作用；相比之下，下脑后侧特别涉及平行处理（同时进行一个以上的处理）。这些发现很重要，因为它们反映了原来那些已有记载的科学文献的结论，这些结论显示额叶上端对排序特别重要，而顶叶则在对空间关系和行为进行编码上极其重要。但关键的是，上脑系统的这两部分经常共同协作，它们紧紧地绑在一起，不仅因为它们在解剖上存在大量的连接，也因为它们的运行方式。如我们之前所注意的，许多（如果不是大多数）计划（需要涉及对行动进行排序）要求我们在空间里移动（例如，当你决定从椅子上站起来、不碰撞到家具且经过大门走到另一个房间的时候，它就发生了），因此当我们在制订和执行这些计划时，就已经运用了空间信息。

那么，“什么”/“哪里”和“什么”/“如何”的区别又是怎样的呢？也就是说，这些区别能解释文献中的结论模式吗？通过数据来分析来这些区别的有用性时，我们发现这两种二分法都存在不足之处：它们根本不能规范整组数据，也不能规范在本书中我们描述上脑和下脑系统特征的方式。元分析在同类方法中，是唯一利用数据的方法，为我们在本书所支持的上脑和下脑功能的观点提供了有力的证据。

我们对上脑和下脑划分感兴趣的原因之一在于这一假设：人们运用

这两个系统的程度是有不同的。迄今为止我们很少讨论这种个体差异。在第4章，我们将重点讨论这两个系统被运用的方法——显示了人们在这一方面的确存在差异。

第4章　推理系统

就当这是一个游戏，请根据记忆回答以下“陷阱”问题：

自由女神像的哪只手握着火炬？

时钟在3：05，分针和时针形成的角度是不是大于8：20的？

米老鼠的耳朵是什么形状？

卷心莴苣和菠菜相比，哪一种蔬菜更绿？

我们真正感兴趣的并不是答案本身，而是你是如何找到答案的。（但是，如果你感兴趣，答案是：右手，不是，圆形，菠菜。）对绝大多数人来说，他们在试着回答问题时会想象物体的样子。也就是说，他们利用了心理意象（mental imagery）。

心理意象在很多方面和感知很相似。感知发生在你看到一辆汽车并留意到它的型号、形状和速度（或者当你倾听一首歌、感觉清风拂过头发或闻到花香，或意识到你的感官所感知的一切的时候，你就会有其他的感觉形态）。知觉和心理表象的区别在于，刺激并不直接来自眼睛、耳朵等这些感觉器官，而是当你获取预先储存在记忆里的信息的时候，刺激就发生了。如果你从来没有见过以上问题中的客体，就不可能拥有相应的记忆，也就不能回答这4个问题。心理意象能产生“用心灵的眼睛凝望”、“用心灵的耳朵倾听”等经验，但心理图像（mental image）与“后像”（afterimage）则有所不同。后像是指在感觉被激活之后短暂遗留下的画面，例如，你在夜间看见一盏车灯迎面而来，你扭头望向一旁的时候却还能“看到”车灯在眼前闪现，这就是后像。与后像不同的是，心理图像可以被随意创造，通常可以维持至少几秒钟的时间。

我们提出的4个问题之所以称为“陷阱”问题，不仅是因为它们需要视觉心理意象，更重要的是当你分别回答前两个问题和后两个问题时，你的上脑和下脑系统扮演了不同的角色。

在过去20年里，神经成像在心理意象的研究中起到非常重要的作用。这种现代技术让研究者能够识别在某一特定时间点最活跃的大脑区域，这一般通过追踪流入一个区域的血流量来判断。为了满足更多活跃组织新陈代谢的增长需求，血流量也会随之增加。神经成像让科学家证实了涉及空间关系（如在回答自由女神像和时钟的问题时唤起的）的心理图像在很大程度上激活了上脑系统。上脑系统是在知觉过程中处理空间关系，而神经成像则是在心理表象的运用中处理空间关系。神经成像显示，涉及形状和颜色（如回答米老鼠和绿叶蔬菜问题时唤起的）的心理图像在很大程度上激活了下脑系统。下脑系统是在知觉过程中对形状和颜色进行处理，而神经成像则是在心理表象的运用中对形状和颜色进行处理。

对脑受损病人的研究也证明上脑和下脑系统对这些处理起到一定的作用。上脑系统受损的病人很难回答如自由女神像和时钟这样的问题，但在米老鼠和绿色蔬菜之类的问题上则回答得很好。下脑系统受损的病人恰好相反：他们能够回答关于空间关系的问题，在形状或颜色问题上却存在困难。这些结果有力地论证了戴维·莱文（David Levine）、约书亚·瓦拉赫（Joshua Warach）和玛莎·法拉（Martha Farah）在1985年进行的一项研究。在研究中，下脑系统受损的病人很难抓住形状和颜色的特点来描述一头熊和一头狮子的外貌差异，但在掌握空间关系上他们却不难指明波士顿去往芝加哥的方向（病人住在波士顿）。上脑系统受损的病人刚好相反：他们很容易就能描述动物的外貌，在指示方向上却很难做出回答。

让我们回顾昂格莱德和米什金在1982年利用猴子完成的里程碑式研究，这项研究表明下脑受损就无法运用心理意象来辨认某物是“什么”，而上脑系统受损则无法运用心理意象来获悉它在“哪里”。

另类思考

我们对上脑和下脑系统在心理意象中的个体差异有了诸多认识，主要得益于玛利亚·科热夫尼科夫（Maria Kozhevnikov）（现今在新加坡国立大学和波士顿的马萨诸塞州综合医院）领导的小组所进行的一系列令人难忘的研究。研究者发现，病人运用“什么”和“哪里”这两类意象的容易程度是有区别的。关键的是，这些区别与日常生活的重要方面息息相关。

这个系列的研究已经成为认知模式理论的灵感来源之一。研究者证实了上脑和下脑在解剖和功能之间存在极其重要的联系。

该系列的第一项研究发表于2002年，并解决了这一道难题：多年来，一些研究者认为某些人是“视觉型人”（visualizer），另一些是“言语型人”（verbalizer），但不管怎么努力，论证这一区别的依据始终单薄无力。原因是，早期的研究者相信“视觉型人”在思考时（例如，设想计划好的事情可能会产生的后果）依赖视觉心理意象，而“言语型人”更喜欢使用语言（例如，利用逻辑顺序进行推理，“如果天要下雨，我就应该带上一把伞”）。为了评估这些差异，各种调查问卷也派上用场，以“视觉型人-言语型人”为内容的调查问卷要求测试者对一组句子做出“是”或“否”的回答，例如，“我喜欢要大量说话的工作”（“言语型人”赞同的一项），“我的白日梦有时非常生动，让我身临其境”（“视觉型人”赞同的一项）。

尽管这种区别在直觉上吸引了很多人，但评估视觉型人和言语型人的偏好的调查问卷却未能预测人们是如何学习、思考和行动的。多年研究的结果却表明，这种区别不能很好地预测行为。

科热夫尼科夫对这种分类和由分类衍生的调查问卷有自己的深刻见解：将“视觉”看作一个类型的做法太过粗糙，如我们已讨论过的，空间信息和关于客体属性的信息（如形状和颜色）是分开处理的。科热夫尼科夫以及她那时在加利福尼亚大学圣巴巴拉分校的同事玛丽·赫加蒂（Mary Hegarty）和理查德E.梅耶（Richard E.Mayer）检验了人们在“视觉型”测试和“空间能力”测试中得分方法之间的联系。其中一个空间能力测试是叠纸，一种已被其他研究者使用过的标准方法。在测试中，参与者要观察一系列图片（见图4-1），每张图片中都有一个正方形纸张。这些纸张被反复折叠（两次或者三次）。在系列的最后一张图上，测试者会发现折叠纸张上被戳了一个洞。而在另外五张图上所显示的是没有被折叠的纸张。在这些纸张上，洞的位置是不同的。测试者必须认真观察这五张图，并指出哪张图显示了没有被折叠的纸张的样子（见图4-2）。

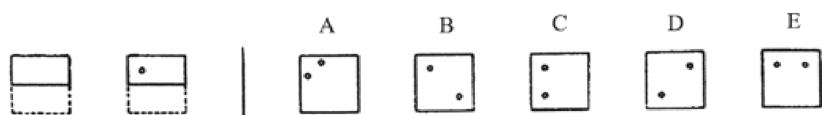


图　4-1

以上示例问题的正确答案是C。下面的图形展示出纸片折叠的步骤，并解释C是正确答案的原因。

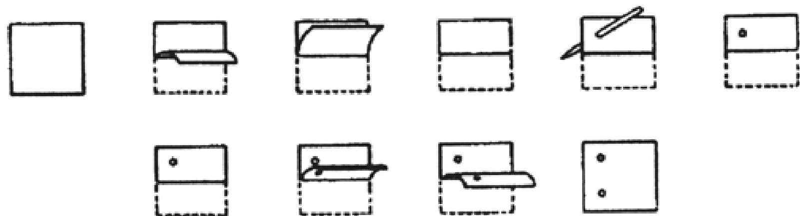


图　4-2

叠纸测试中的一项示例，对正确答案进行了解释。第一行：在这个测试中，向人们展示了一张以特殊方式进行折叠的纸张，然后在折叠的纸张上穿一个洞（在左边）。要求参与者正确选出没有显示折叠纸片的那张图片（展示小孔出现的位置，在右边）。第二行：为什么C是正确答案的一个图像化解释。

资料来源：With kind permission from Springer Science＋Business Media：Memory & Cognition，“Spatial Versus Object Visualizers：A New Characterization of Visual Cognitive Style，”Vol.33，issue 4，January 1，2005，Maria Kozhevnikov.

科热夫尼科夫、赫加蒂和梅耶所报道的关键性发现是，视觉型人的空间能力测试得分不是非常高就是非常低，即不在平均范围内。为了作比较，我们进行了多次测试，发现这是视觉型人的普遍情况，而大部分人的空间能力测试得分总是在平均范围内，只有少数人的得分不是非常高就是非常低。

总之，这些研究者发现，根据得分被归类为视觉型人的参与者可以分为两类：空间能力高和空间能力低。在某种程度上，本书所提出的认知模式理论来自这一发现，但也受益于之后的研究结果，这项新理论进一步阐述了这个观点，并将它与上脑和下脑系统联系起来。

科热夫尼科夫于2005年在《记忆和认知》（Memory and Cognition）期刊发表的一篇文章中报道了她的一些研究，成功地从视觉型人能力中建立了上脑和下脑系统之间的联系。那时，她正在哈佛大学和斯蒂芬、谢帕德（Shephard）一起工作。这个小组得出的一个关键观点是，一组视觉型人擅长运用上脑系统执行心理意象中的空间操作，而另一组则善于运用下脑系统形成和“监测”客体的高分辨率心理意象。

研究者在第一项研究中给出了叠纸测试，它要求参与者（大学生）运用在很大程度上依赖上脑系统的空间意象。他们也进行了一次关于心理意象生动性的测试，测试要求参与者想象客体然后说出心理意象是如何生动地呈现的（以5分制进行评估），这种任务需要运用下脑和客体意象。研究者要求参与者填写一个传统的“视觉型人-语言型人”调查问卷，调查问卷要求测试者对一组句子（如之前提过的那样）的每一道进行“对”和“错”的回答。

结果令人惊讶：如他们所料，视觉型人可以分为两类，一类能很好地完成空间意象任务，另一类则完成得很糟糕。而且，空间意象糟糕的视觉型人实际上却认为他们的意象比擅长空间意象的视觉型人的更生动。这个发现表明空间（“哪里”）意象糟糕的视觉型人擅长客体（“什么”）意象，而擅长空间意象的视觉型人却刚好相反。

哈佛大学小组在第二项研究中使用一套客观测试，继续追踪这些发现。其研究结果被发表于2005年《记忆和认知》期刊的论文中。特别值得一提的是，为了检测人们在空间意象中运用上脑系统的程度，他们要求一组新的参与者执行两项任务。

在心理旋转（mental rotation）任务中（见图4-3），要求参与者比较一对以不同方式旋转的立体有角图形，并判断在不管怎样旋转的情况下它们的形状是否一致。人们通常需要花费更多的时间在心理上对一个图形进行更多的旋转，让它和另一个图形可以对齐。为了感受这个过程，首先想象字母“n”的大写形式，然后想象它顺时针旋转90度，现在它是不是变成了另一个字母？如果是，那么它变成了哪个字母？（是字母“Z”。）

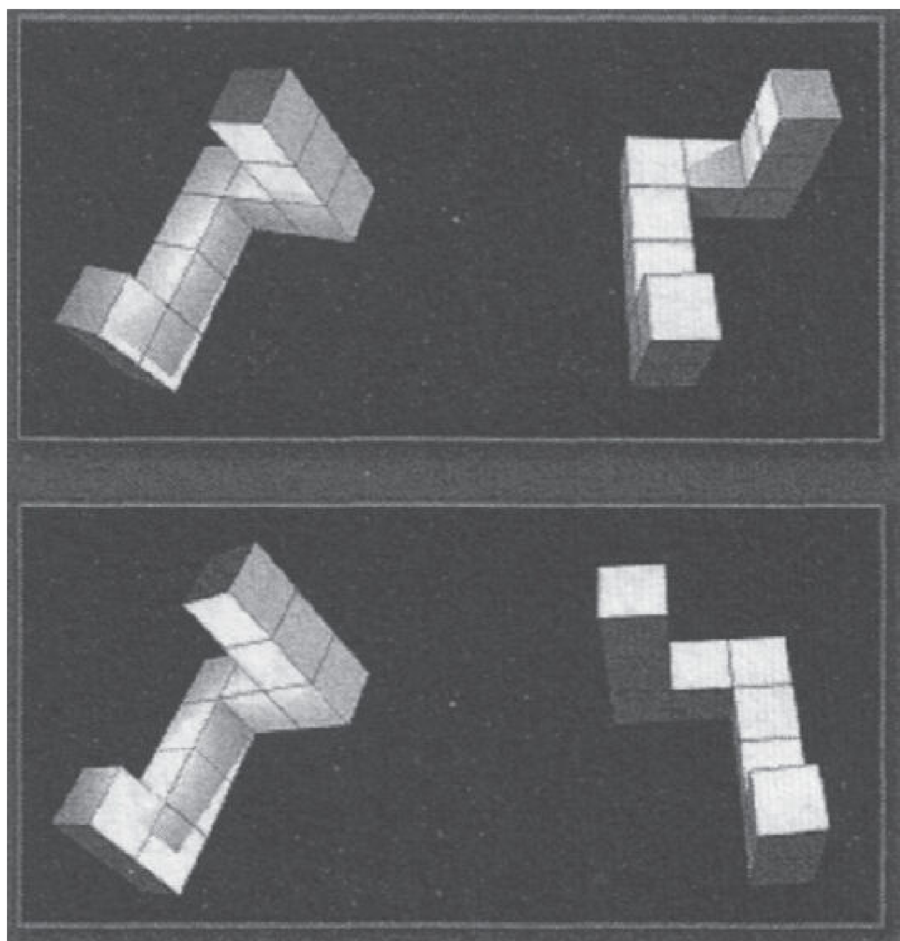


图　4-3

在心理旋转任务中使用刺激物的一个例子。要求参与者在心里旋转

每对图形中的一个图形，让它与另一个图形对齐，然后对两者进行比较，判断它们的形状是否一致或其中一个是不是另一个的镜像。

资料来源：With kind permission from Springer Science＋Business Media：Psychonomic Bulletin & Review，“Training Generalized Spatial Skills，”Vol.15，no.4，January 1，2008，Rebecca Wright.

在内嵌图形（embedded figures）任务中（见图4-4），要求参与者判断一系列的视觉图片是否都体现特定的空间特征；另外的问题则关注它们是否具有某些特定的内嵌特征，如形成一个“T”形的线条，这就涉及确定线条中的空间关系。



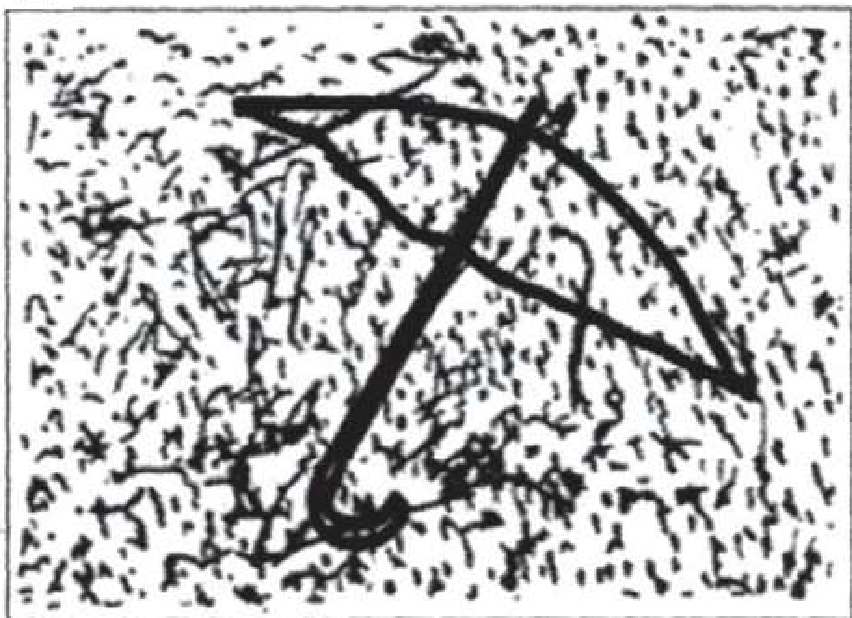


图　4-4

上图：在内嵌图形任务中使用刺激物的一个例子。不管覆盖在图画

上的随机线段如何干扰，研究者要求参与者给客体命名。下图：内嵌图形的轮廓（在这里显示出来，是为了对它进行说明；参与者在测试期间从来没有见过这个图形。

资料来源：With kind permission from Springer Science＋Business Media：Memory & Cognition，“Spatial Versus Object Visualizers：A New Characterization of Visual Cognitive Style，”Vol.33，issue 4.January 1，2005，Maria Kozhevnikov.

相比之下，为了评估人们能够运用下脑心理图像的程度，科热夫尼科夫、科斯林和谢帕德创建了两个将要运用到研究中的新任务：细粒分辨（grain resolution）和图片分解（degraded pictures）。

在细粒分辨任务中，要求参与者想象几对命名客体，并判断哪一对的表面具有“更细致的纹理或更紧密的细粒”。（“更紧密的细粒”是指表面上每英寸的浅凹或凸起比较多。）例如，我们在心理上比较草莓和蓝莓哪个有“更细致的纹理或更紧密的颗粒”。（答案是：蓝莓的纹理更细致。）或者，如果是橘子（没有削皮）和高尔夫球的比较呢？（答案是：橘子的纹理更细致。）

在图片分解任务中，参与者试图给画线的客体命名，这些客体缺少随机部分并被随机线段所覆盖；在完成任务的过程中，参与者往往会找出那些可以暗示客体的图案，然后想象出整个客体，再判断图案是否和剩余的线段匹配。

在两个任务中，研究者估测了参与者的准确程度和他们所花的反应时间。

结果是意料之中的：

心理旋转和内嵌图形任务主要依赖上脑系统。根据测试得分被划分为“高空间能力视觉型人”（已被归类为“视觉型人”，并拥有较高的空间能力，如科热夫尼科夫和她的同事们在最初研究中报道和总结的）的参与者比被划分为“低空间能力视觉型人”的参与者表现要好。这话倒是很有道理，因为这些任务要求熟练掌握空间意象。

细粒分辨和图画分解任务主要依靠下脑系统。根据测试得分被划分为“低空间能力视觉型人”的参与者比被划分为“高空间能力视觉型人”的参与者表现要好。如果参与者善于运用下脑来想象客体的样子，这个说法是很有道理的。

结论是：

空间和客体心理意象是不同的，而它们容易产生的原因是：空间心理意象特别依赖上脑系统，而客体心理意象则依赖下脑系统。而且，人们可以对一类意象很擅长，而对另一类则很不擅长。这个发现在认知模式理论的发展中至关重要。

科热夫尼科夫、科斯林和谢帕德2005年所发表的论文中的另一项研究也值得关注。它提出了这一问题：两种意象之间的区别是否重要？

在这项研究中，10位专业的视觉艺术家（画家、摄影师和室内设计师）和14位科学家（物理学家和工程师）参与了叠纸测试（评估上脑的功能）和细粒分辨测试（评估下脑的功能）。研究者给他们展示了一个记录客体随着时间流逝而变化的位置图表。结果非常有趣：在需要运用上脑的空间任务中，科学家比艺术家完成得好，而在需要运用下脑的细粒分辨任务中，艺术家则比科学家表现出色。

除此之外，两组人员理解图表的方法是不同的：科学家倾向于将它

视为客体位置随着时间流逝而变化的一种抽象表现。相比之下，艺术家则将图表理解为“在字面上对一种情况进行的形象化说明或实际运动的轨道，并没有尝试将图表解释为一种抽象的图解式表现”，论文这样报告。

艺术家和科学家的想象显然很不一样。为什么？科热夫尼科夫、科斯林和谢帕德认为，“不同的职业可能会增强客体和空间意象，或者，擅长一类意象的人可能根据他们的意象能力或偏好来选择一个行业。”这两种选择突出了先天和后天争论的焦点问题。

离开哈佛大学之后，科热夫尼科夫来到了罗格斯大学。她和她的新同事执行下一个步骤，设计出一种方法来估量一个人是更喜欢使用以上脑为基础的空间意象还是以下脑为基础的客体意象。这个由科热夫尼科夫、奥列西娅·瓦拉琴科娃（Olesya Blazhenkova）和米歇尔A.莫茨（Michael A.Motes）于2006年报道的测试被称为“客体和空间意象调查问卷”（Object and Spatial Imagery Questionnaire）。这个测试可以表现两类视觉型人的特征。

“举个例子，”他们写道，“倾向于客体意象的人更喜欢将单个客体构建成富有色彩的、分辨率高的、如画般的图像，喜欢从历史角度解释和处理图像；而倾向于空间意象的人偏爱对客体进行图解式的表现以及在客体间建立空间关系，逐步地形成和处理图形，并进行复杂的空间变形。”测试者评定他们赞同或不赞同这些句子的程度。其中一些题目和客体意象有关，如“我的心理图画非常具体和精确地表现了实际客体”和“我可以闭上双眼，然后轻易就能想象我经历过的一个场景”。另一些题目与空间意象有关，如“我可以很容易地旋转立体几何图形”和“当我看教科书的时候，更喜欢解说式的图表”。根据得分情况，这个测试就能显示出测试者倾向于运用客体意象和空间意象的程度。

为了发展这一测试，这些研究者设计了这样一套句子，邀请一组超过200人的大学生（从本地挑选）参加，评测（使用五分制）他们赞同或不赞同每个句子的程度。结果出来之后，研究者利用因素分析（factor analysis）（一种数学方法，随后我们将在描述如何发展这个全新的认知模式测试时再讨论这个方法）来判断哪个句子和空间要素或客体要素的联系最为紧密。在这些分析的基础上，他们从每个类型都挑选出15个句子，这些句子将成为测试的最后版本。几天之后，瓦拉琴科娃、科热夫尼科夫和莫茨证实了他们的新测试。例如，他们认为，对空间意象而不是客体意象进行评估的句子的得分能够预测人们是如何出色地完成空间任务（如叠纸测试和心理旋转任务）；对客体意象而不是空间意象进行评估的句子的得分能够预测人们如何出色地完成图形分解任务以及如何生动地评价他们的视觉心理意象。

此外，作为论证测试过程的一部分，瓦拉琴科娃、科热夫尼科夫和莫茨让不同行业的人参加这一测试，包括视觉艺术家（如画家和设计家）、科学家（如计算机科学家、物理学家和生物学家）和人类学家（如历史学家、哲学家和文学教授）。如所预期的那样，他们发现视觉艺术家的客体意象得分比科学家或人文学家高，而科学家的空间意象得分比艺术家或文学家高。研究者通过分析哪种意象在不同职业中最经常使用，就能预测出这种模式。

在之后的一项研究里（于2010年发表在《记忆和认知》期刊上），奥列西娅·瓦拉琴科娃和科热夫尼科夫进一步证实不同行业的人往往会使用不同类型的意象。这些研究者做了重要的观察，这个观察对我们将在第13章呈现的新测试非常关键：那些要求人们认真思考所偏爱意象类型的测试的得分预测出，实际的表现“表明个体通常都会意识到他们在视觉信息处理过程中所运用的最有效率的模式，自我评定的方法在运用处理

信息的客体或空间模式的过程中可以确认个人特定的优点和缺点”。尽管你不能直接监测出你依赖上脑和下脑系统的程度，但你可以监控运用这些系统的后果：你可以观察自己的行为，在此基础上，我们就能要求你对测试句子进行评估，然后得出关于你的主导型认知模式的推断。当然，人们可以经常思考他们的偏好，而这些偏好可以预测他们的行为，这并不新鲜。事实上，许多这样的测试已经证实并预测出了行为——尽管情况并不总是这样，丹尼尔·卡尼曼（Daniel Kahneman）在他那本杰作《思考，快与慢》（Thinking，Fast and Slow）有力地证明了这点。所以，知道这种情况让人觉得安慰：事实上，像认知模式自我评价（你将在第13章中看到，它的发展方式和意象测试的很相似）这样测试的自我评定得分可以预测行为。

解决一个明显的矛盾

我们发现，总结得出的研究发现和认知模式理论背后的关键观点之间存在一个明显的矛盾，在继续探讨之前，我们必须解决这一矛盾。一方面，第13章中这个全新的自我评价测试得出的结果揭示，那些反映出两个系统的运用的分数在统计学上的联系（如果确有其事）非常微弱。这意味着人们既可以都擅长两种类型的处理，又可以都不擅长，或者擅长其中一种而不擅长另一种。另一方面，以上所总结的心理意象实验研究显示，比较擅长以上脑为基础的空间意象的人很不擅长以下脑为基础的客体意象，反之亦然。检验这个明显的矛盾很重要，因为这4种模式理论所依赖的正是这一假设：可以选择性地运用或不运用这两种大脑系统的倾向是比较薄弱的，如果真是如此。如果经常运用上脑处理的人不经常运用下脑处理，或者反过来说，我们将只剩下刺激者和感知者模式。我们就不会拥有行动者和适应者模式，但这也是新理论所假定的。

我们发现不同行业的人有不同的意象偏好，这样就可以解决这个明显的矛盾。以下是解决方法：如果说这个实验研究的参与者对人文学科和科学已经有不同程度的兴趣，而正是这一差异造成了对不同意象的喜爱，这又该怎么办？换言之，参与测试的大学生可能已经专门学习过某些依赖于其中一类意象的学科，而进行相关的思考则会使人们擅长空间意象而对客体意象很不在行，反之亦然。

所以，问题就变成了：这两种能力在随意挑选的众多参与者里是如何联系的？

一个以哈佛大学为基地的包括安妮塔·伍利（Anita Woolley）、J.理查德·哈克曼（J.Richard Hackman）、托马斯·杰德（Thomas Jerde）、克里斯托弗·查布利斯（Christopher Chabris）、肖恩·班奈特（Sean Bennett）和斯蒂芬在内的小组尝试解决这个问题。2000多人在网上填写了客体和空间意象调查问卷（有发起者的特别许可）；很多测试者既不是学生，也不是专业人员。图4-5显示了最后结果。通过纵向（客体意象分数）和横向（空间意象分数）上所显示的分数，每一个圆点都能展示出一个人的最后成绩。这个图最突出的特征是两组分数之间的关系非常薄弱。

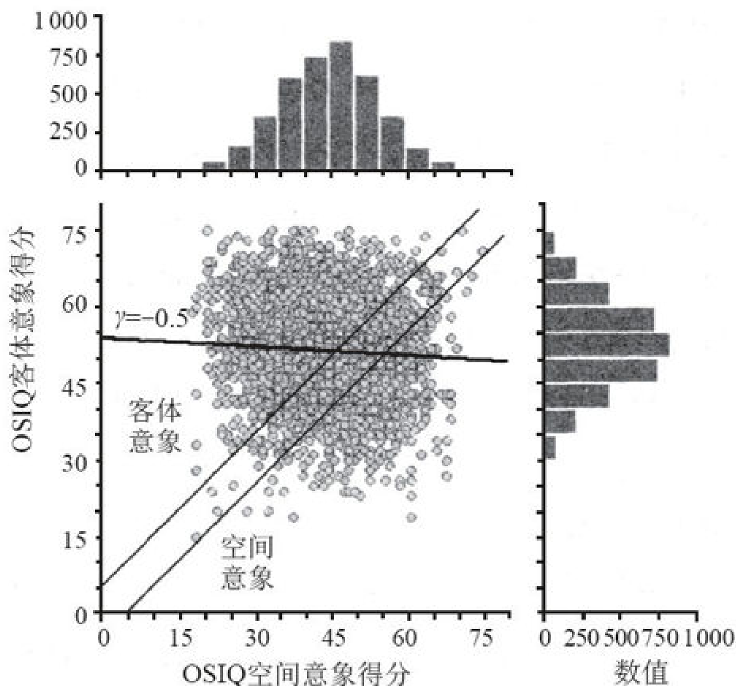


图 4-5

客体和空间意象调查问卷（OSIQ）中客体意象和空间意象范畴的分数之间的关系。每一个圆点显示一个人在两个类别的分数。条形图说明两个范畴的分数是如何分布的。客体视觉型人在客体意象范畴的分数比空间意象范畴的高，对空间视觉型人来说，情况正好相反。水平线显示两个范畴的分数的相关度。

资料来源：With kind permission from Christopher F.Chabris.

关联测量以γ表示，表明两组分数之间紧密联系的程度。一种极端的情况是，假设一组分数可以完美地预测出另一组分数，如果分数共同提高（如身高和体重那样），两组分数的关联将会是γ＝1.0；或者如果一个分数上升另一个分数下降（如挨饿的天数和体重那样），那么γ＝-0.1；γ＝0的关联表明一组分数完全不能预测到另一组分数。在这种

情况下，我们在图中看到的γ＝-0.5就意味着关联度非常低。理解这些关联价值意义的一种方法是将它们乘以二次方。这个结果能够显示出一组分数的变化占据另一组分数的变化的比重。例如，γ＝0.50，它的平方是0.25，这意味着通过观察一组分数的变化，就可以预测出另一组分数1/4或25%的变化。

了解这些之后，思考一下我们将-0.5的值平方时会发生的状况：结果值为0.0025，这意味着空间意象分数变化的1/4可以被客体意象分数的变化所预测（反之亦然）。那么，在大多数场合里，两组分数可被视为没有联系。

综上所述，当我们检测一大批被随意选出的参与者时，这两种能力在实用性上毫无关联。是的，两者之间存在微小的否定关系——善于客体意象的人往往不擅长空间意象，反之亦然。但如果是普通人的话，一个人具有一类意象的天赋几乎说明不了他会具有另一类意象的天赋。

简而言之，正如这些模式所显示的，人们既可以擅长以上脑为基础的空间意象，也可以擅长或者不擅长以下脑为基础的客体意象，反之亦然。

然而，一个挑剔的读者可能会怀疑这些发现只是反映了随机的反应。或者，这些参与者可能只是乱猜而已，要知道在网上他们可是匿名的。为了评估这个可能性，一些在空间意象类（但不是客体意象类）或客体意象类（但不是空间意象类）取得高分的人会进一步参加测试。这些人执行两项客观测试，它们测量的不是偏好而是实际表现。他们特别要执行心理旋转任务（要求空间意象）和图画分解任务（要求客体意象，如之前所描述的）。

如预期的那样，在空间意象得分高的人在心理旋转任务中比得分低

的人表现好，客体意象得分高的人在图片分解任务中比得分低的人表现出色。而且，空间意象类的分数不能预测图片分解测试中的行为，而客体意象类的分数同样不能预测心理旋转测试的行为。

总之，这些客观测试证实了网络上调查问卷的分数是有效的。显然，这些分数的确反映了潜在的认知能力，这些分数并不是随机的。

我们已经对上脑和下脑做出很多区分。但之前的、现已成为经典的左右脑分法又是什么情况呢？我们的分法真的会更好吗？在第5章，我们将继续讨论这些问题。

第5章　为什么左右脑的分法是错的

我们已经介绍了一种将大脑划分为两个部分的新方法，然而，左右脑分法存在什么错误？如果早期的这种分法真的有错，我们是否已经避开了那些困扰它的问题？或者说，我们依旧陷入同样的困境？在这一章里，我们将回顾“左右半脑”这种普遍说法的历史和状况。

这段历史始于1962年2月的一天，在那天，一位患有严重癫痫的48岁病人被推进洛杉矶怀特纪念医院的手术室里。这一刻让著名神经学家罗杰·斯佩里（Roger Sperry）期盼已久。

多年来，斯佩里和他在加利福尼亚理工学院的同事通过手术将猫狗的大脑分割成左右两半（也称为左右半球，因为每一半粗略可算是一个球体的一半），然后对那些接受认知功能检测实验的动物进行测试。他和他的小组找到了一种可以探索活哺乳动物的大脑秘密的新方法——他们从所谓的割裂脑研究获得的结论已经在神经学领域掀起风暴。

“它们像普通动物那样感知、学习和记忆，”斯佩里在一篇论文中写道，“然而，如果更加仔细地研究被‘割裂脑’的猴子……就会发现每个分离的半脑都拥有单独的思想范围或认知系统……从这方面来看，这些动物似乎有两个独立的大脑。”这篇论文在学术界受到重点关注，但在学术界外基本上被人忽视。

1962年冬季的一天，斯佩里准备首次进行人体测试，这个病人名叫威廉·詹金斯（William Jenkins）。

詹金斯是一名退伍军人，在第二次世界大战后期的一次炸弹爆炸中幸存下来，之后却饱受严重癫痫（又称“闹痉挛”，产生剧烈的抽搐）的

折磨，有时多至一天发作10次。他听说20年前纽约州罗彻斯特一家医院曾有医生做过一起根治性手术，他期望加利福尼亚的外科医生能对他进行一次试验。与经历这类早期手术的病者不同，詹金斯和他的医生达成了一项协议：不管手术能否缓解他的痛苦，他都同意和斯佩里合作，斯佩里负责术后行为测试；原则上，这些测试和实施在实验动物身上的测试很相似。如果詹金斯比动物高级的认知功能让手术获得成功，那么他按照命令做出反应和用言语进行沟通的能力将能让斯佩里的研究取得一个突破性的发展。

“即使它不能帮助我根治痉挛，”詹金斯在手术前说道，“如果能从中学到东西，它也比我在过去多年里可以做的所有事情都有意义。”

外科医生剃光詹金斯的头，消毒并剥开了他的头皮，在颅骨上钻了两个洞，然后开始了切断胼胝体的精细工作。胼胝体（见图5-1）是联结人类左右半脑的最大结构，含有大约2.5亿根神经纤维，是一门令人惊叹的大脑解剖学。手术根据计划实施，詹金斯也平安康复；他的痉挛在慢慢消失，如果粗略观察，他像斯佩里的猴子和猫一样，认知功能似乎很正常。

手术后6个星期，斯佩里开始研究他的首个裂脑人。詹金斯心怀感激并配合每周的研究，这段时间持续了好几个月。

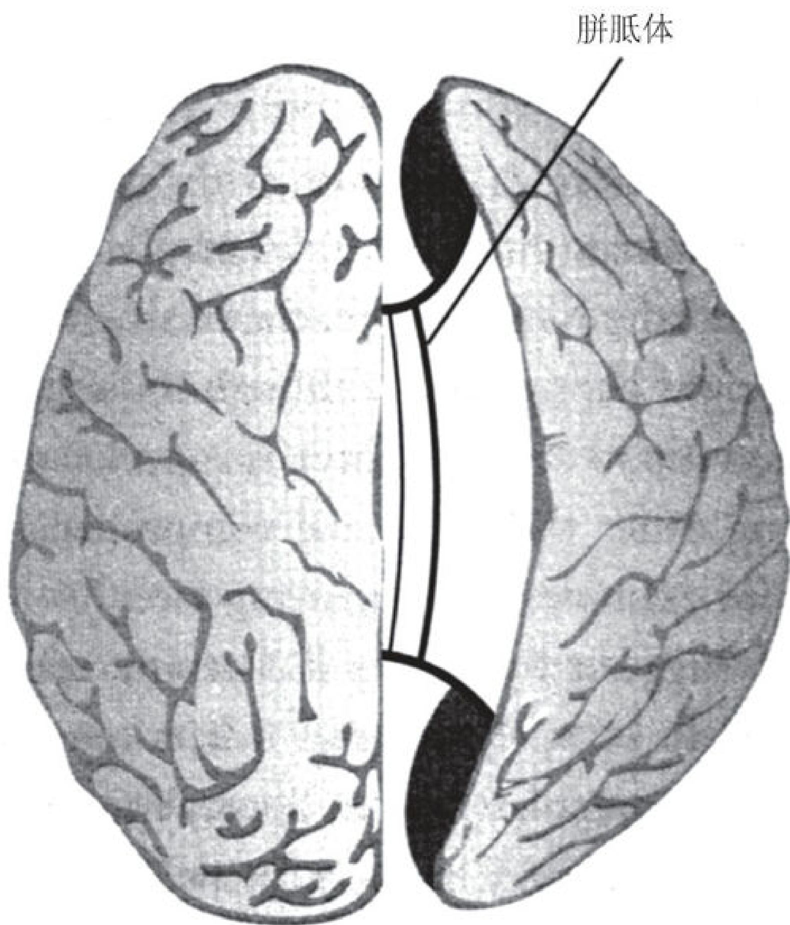


图5-1　胼胝体

大脑视图，从上而下显示的胼胝体剖面图。胼胝体是大脑左右半球之间最大的联结体。

斯佩里和他的同事设计出巧妙的测试，通过这些测试他们就能研究詹金斯左右半脑共同和独立的认知功能。这些测试依赖左半脑控制左侧身体（右半脑则控制右侧身体）的既定事实，每只眼睛的左边视野将信息输送给左半脑，而右边视野则输送给右半脑。[3]这些结果证实了斯佩里从猫和猴子研究中得出的理论：人类大脑的每个半球具有独特的认知能力。斯佩里和他的同事们因此受到鼓舞，继续努力；到1947年，他们已

经测试了15个接受左右半脑分割手术的人。测试结果证实了他们开创性的结论：左右半脑在认知功能中明显发挥了不同的作用。

如今，这一研究受到更加广泛的关注。1981年，斯佩里因为割裂脑研究被授予诺贝尔生理学或医学奖。

“众所周知，左半脑和言语有关，它控制一切和话语、算术和分析有关的活动，”诺贝尔奖评委会在授予斯佩里诺贝尔奖时宣布，“右半脑尽管和言语无关，也只能掌控简单的事情（最多20件左右），但它在空间理解以及其他一些方面比左半脑更有优势，如分析地图或识别人脸。”

简单逻辑表明，这个二分法可以解释为什么一些人倾向于分析而另外一些人倾向于直觉。有些人很快就对斯佩里的研究进行推断，创建了一种全新的以这种信念为基础的心理学理论：左半脑是理性思维、逻辑和线性思考的源泉，而右半脑是情感、创新和想象的摇篮，对所有人而言，如果任何一个半脑占据支配地位，那么这个人不是左脑型的就是右脑型的。

内部空间

在公众普遍对大脑深感兴趣的时候，斯佩里开拓性的研究一度拥有广大读者。那时是刊物出版的全盛时期，《生活》杂志的发行量达上百万册。所以当《生活》杂志在1971年10月1日开始推出一个关于大脑的插图系列（这个系列有5个部分）时，立即吸引了公众的关注（见图5-2）。

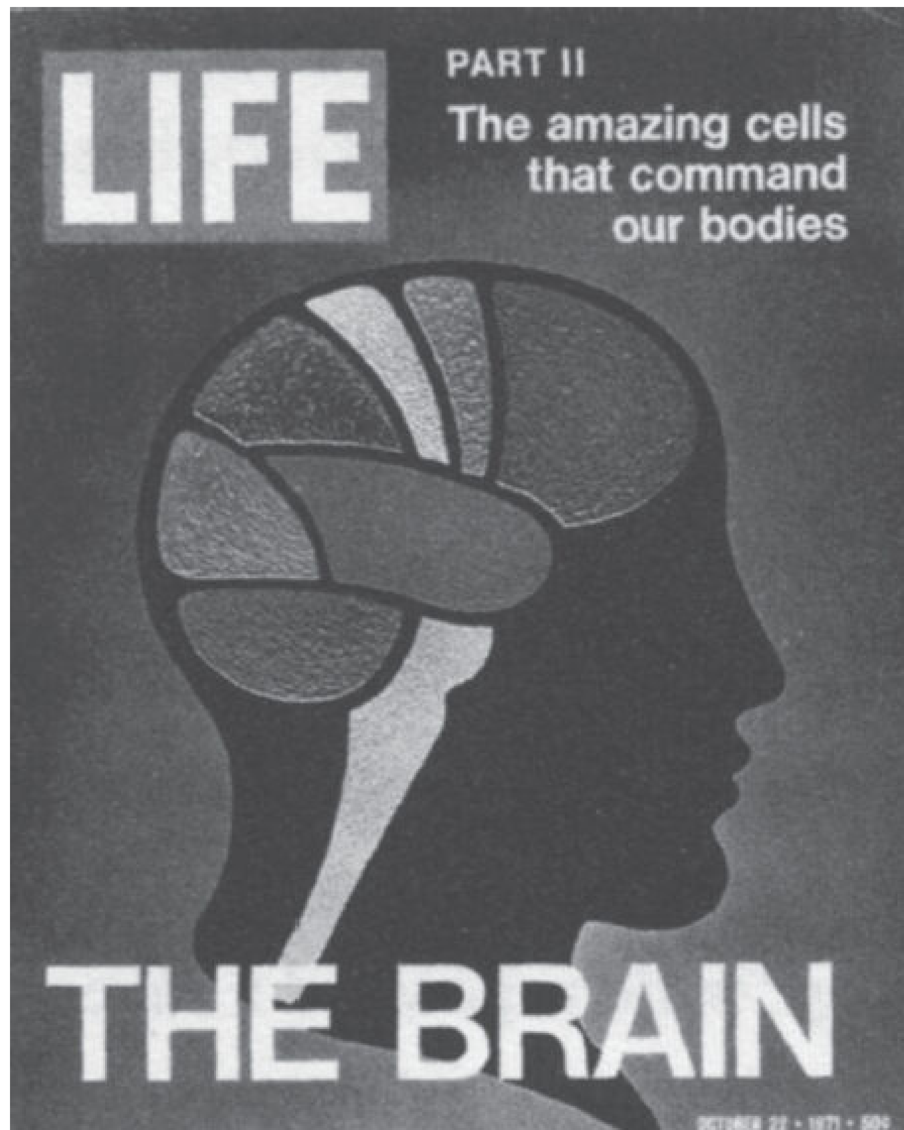


图5-2　《生活》杂志在1971年10月推出一个包含5个部分的关于大脑的插图系列引起公众对神经科学的关注

“令人好奇的科学前沿的奇迹和秘密。”《生活》杂志封面的头条这样写道，底下的副标题则声称“配有非凡的照片”。这些照片的确是非凡的：几十张血管、组织、神经元和其他部位的彩色图像，很多是通过电子显微镜拍摄的。展示了一个存在我们每个人体内的神奇世界。好莱坞

已经在1996年的奥斯卡获奖电影《神奇旅途》（Fantastic Voyage）里将观众带进那个世界。《神奇旅途》之后衍生了一连串的书籍和连环画，以及一部连续剧。

“它是宇宙中最具有组织性的小规模物质，这些3磅重的电化学细胞在变化中茁壮成长，使我们可以动、看、思考和创造，可以爱，可以意识到自己的行动。”《生活》杂志的编辑写道：[4]

自从第一次意识到大脑的存在，人类就努力去理解它的奇迹和苦难，在保护它的骨头上钻粗孔，随意将道德和知识价值安置在它外层表面上的肿块和隆起上。人类在当时和现在的目标是一致的：真正理解大脑是如何运作的，理解如何利用这些知识来治疗疾病和提高生活质量。今天，从几十种学科汇聚而来的上千位科学家努力实现这些目标，对地球上人类最后一个伟大的科学领域进行最后的攻击。

如果说人造卫星开辟了外太空的探索之旅，那么这些研究者早已在探索外太空了，就好像一些研究者已经开始描述大脑领域一样。但是他们过去真的成功了吗？在那篇华丽的文章中，《生活》杂志的编辑用那篇华丽的文章在神经系统科学领域上制造出了戏剧性。

“困难重重——而且险象环生，”《生活》杂志编辑写道：

10年的缜密研究依旧没能解答许多基本的问题。事实上，大脑可能被那些复杂得无法理解的原理所统治。即使人类的确在学习拆掉那些消磨生命的机制，但他们终将会发现自己所掌握的只是那些被误用的知识。

左右脑的故事安慰我们说，我们能够成为自己大脑的主人。这是一片可以让一种新的心理学理论在上面生根发芽的沃土。

左右半脑的故事甚至在斯佩里获得诺贝尔奖之前就已经在流行文化中传播了。在《生活》杂志推出大脑系列之后的两年间，它的势头逐渐增大，那时《纽约时报》（New York Times）和《星期日杂志》（Sunday Magazine）都刊登了一篇名叫“我们不是左脑型，就是右脑型”（We are Left-Brained or Right-Brained）的文章。

“两种截然不同的人占据了我们的头脑，”文章在开篇写道，“存在我们大脑的左右半球里，它们就像两个覆盖在中央脑干上的壳。其中一个半球控制语言、善于分析并占据支配地位；另一个则擅长艺术。”文章附有一张斯佩里在加利福尼亚理工学院实验室时的照片，以及一张将大脑分为两个半球的绘图。

第二年，杰出的心理学家罗伯特E.奥恩斯坦（Robert E.Ornstein）撰写了他探索这一领域诸多文章的第一篇，他的观点被1974年7月8日那一期的《时代》（Time）杂志重点报道。1976年，《哈佛商业评论》（Harvard Business Review）刊登了题为“左半脑计划，右半脑管理”（Planning on the Left Side and Managing on the Right）的文章，用来训练管理人员如何更好地运用这两个被垂直分开的大脑半球。1977年，发行广泛的《今日心理学》（Psychology Today）以显眼的方式刊登了左右半脑的故事。其他数不清的文章发表在专业的和一般娱乐性的杂志上。大量书籍也开始出现。

毫无惊讶的是：左右半脑的故事不仅吸引对心理学感兴趣的人，同时也吸引那些只想提升自我的人。这些主张似乎是以坚实的科学原理为基础。他们许诺，这些建议不仅对个人事务，而且对人际关系和工作都很有用。

这并不是为科学而科学，而是一条通向更美好生活的道路。每个人

都能踏上这条道路。

细枝末节

尽管斯佩里确实记录了左右半脑功能之间的深刻区别，但他没有打算让他的研究成为心理学一条新分支的基础。[5]在《神经心理学》（Neuropsychologia）期刊上的一篇论文中，斯佩里发出警告“总的来说，在实验中观察到的左右半脑认知方式的巨大差异是一种很容易就会失控的观点……在正常的完整大脑中，两个半球往往作为一个整体紧密合作，记住这一点非常重要。”

当然，还存在这样的问题：研究病人得出的所有结论的基础都只是病人。他们的大脑是不正常的（另外，他们从没动过手术）。所以就存在这个悬而未决的问题：这些结论有多少是可以被假设运用到那些大脑没有被切成两半的正常人身上？

然而，那只是细枝末节。

1981年10月，斯佩里被宣布获得诺贝尔奖，这个消息大大提升了他的知名度。只是在10月，《纽约时报》就刊登了10篇关于斯佩里和他的裂脑研究的文章。“在此基础上，”文章这样报道，“神经系统科学家已经假设两个大脑半球会进一步分工，例如，左半脑可能会处理逻辑、数学和分析性思维，而右半脑则是艺术和音乐能力的所在地。”

这些关于左右半脑的想法建立在彼此的基础上，很快就演变成流行文化的一场雪崩（见图5-3）；在研究中心之外，随着左右脑理论的流行版本被公众广泛接受，神经心理学和神经解剖学大多数更加细小和谨慎的发现就被人遗忘了。

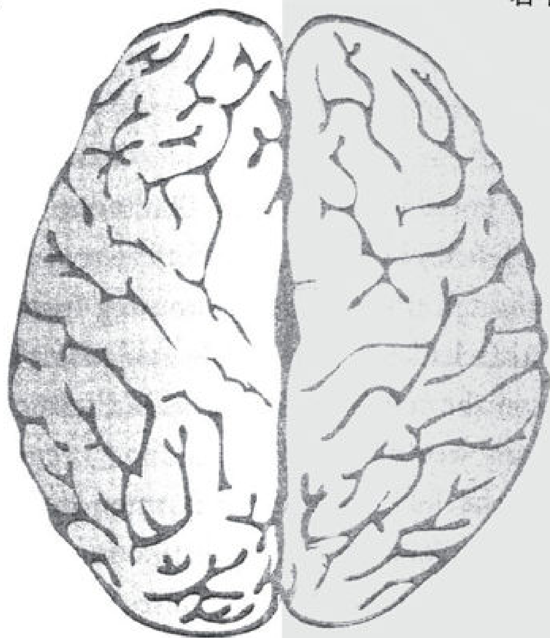


图5-3　传说中左右半脑的主要功能

传说中左半脑和右半脑的主要功能，以流行故事为依据。

如今，你可以像许多人那样在YouTube上观看“旋转舞女”的视频，并被要求回答这样的问题：“你看到的舞女是顺时针旋转还是逆时针旋转？如果是顺时针，说明你更多运用的是右半脑，反之亦然。”“旋转舞女”还有它自己的维基百科网页。（实际上，这个“测试”不过是一种视错觉，你的选择取决于你所关注的那部分图形；其创建者是日本网页设计者Nobuyuki Kayahara。）

另一个自我测试承诺可以揭示“你的大脑是否适合一个创造性的职业”。而另一个测试（你可以在很多网站上进行这个测试）据说，可以确认“大脑半球优势”。青少年可以参加他们自己的测试，声称其结果可以“改善你的学习习惯”。如果这些作者值得相信，那么所有人都可以从另一个将精确的“大脑运用百分率”分配给每个半球的测试中获益了。

似乎没有人会因为太过年轻而不能从这些测试中获益。玩具和光盘也许能“发展”你蹒跚学步的孩子的左半脑或右半脑[如斯蒂芬·霍金（Stephen Hawking）或乔治娅·奥吉弗（Georgia O’Keeffe），看你选择]，而年龄大一点的孩子可能得益于一个古老的计算工具：“我们怎么可以一次性激活大脑的两个部分？学习打算盘可以实现这一目标。”一个商人断言。而另一个网站宣称，“大脑综合体意味着左右半球会共同运作，这将使你的大脑运用率提高5%~10%。”

人们似乎不费吹灰之力就可以获得这些改善，而这些改善甚至还涉及“本性治疗”（essence therapy），如它所说：“左右脑的本质可以帮助维持左半脑和右半脑之间的平衡。”另一则广告则承诺：“支持身体协调性、冥想、创造性、心理和情感平衡。”

问题是，这些声称都太过夸张——大部分的声称与其说是科学，还不如说是流行神话。

左右脑密切协作

几十年来，研究者都已经知道所有关于左右脑差异的武断说法都缺乏严谨的科学基础。尽管他们并不高调，却能够可信地证明大众文化版本的左右脑理论未能充分地展现大脑真正运作的方式。

例如，左半脑通常被描述成语言型，而右半脑则是感知型的，这种区分却无法上升到普遍性。事实上，两个半球经常对这两类活动都有贡献，但是以不同的方式巧妙地进行。

思考语言：通常来说，左半脑能够产生正确的词语顺序，例如，我们会说“我有两只左脚”，而不是“我两条左脚有”。（尤达那口蹩脚的英

语可能说明了他那外星人大脑中的左半球没有达到人类的标准。）但右半脑对语言的作用也很重要：它能提取暗含的意义——说话者的确没有两只左脚，但身体协调性却出现了问题，就好像一个被诅咒的人真的拥有两只左脚（即每只脚的最右边是大脚趾，最左边是小脚趾）的时候，他就会出现这种情况。

尽管左半脑控制语言，但它在语法和理解上依旧扮演一个重要的角色；右半脑不仅在理解含意，还在弄懂和形成动词性隐喻和幽默上发挥着关键的作用，它主要负责帮助我们理解说话语调变化的意义，如疑问句结尾处的声调。两个半球一般在提取意义上也得到非常关键的作用。确实，神经影像研究决定性地显示两个半球都涉及语言处理的很多方面。

同样地思考一下知觉，例如，如果你看到一座房子，左半脑就会让你识别大门窗户和其他部位的形状，而右半脑则让你捕捉房子的整体轮廓。同时，左半脑将根据分类指定各部位的相对位置，例如“窗户在前门的左边”，而右半脑根据特定的距离来指定位置，如利用窗户和大门之间的精确距离。可见，大脑成像研究显示：两个半球都涉及感知处理的很多方面。

更严重的问题不只是所谓的专家将人们分为“右脑型”或“左脑型”，而是依据过于简单的二分法对大脑进行划分：如左半脑是言语、分析和逻辑型的，而右半脑是感知、直觉和情感型的。它并不是以这种方式区分的。

两个基本问题是：

第一个基本问题是，两个大脑半球的小区域在不同方面上有专门性，但这些专门性是很特定的。例如，靠近左半球前侧的区域善于控制

舌头、嘴唇和声带在发声时的运动；右半球相应的区域对控制歌唱中的这些运动很关键。同样，左半球的一个位于太阳穴底下的区域可以将视觉所感知的客体细节进行分类，而右半球的相应区域则将视觉所感知的客体整体轮廓进行分类。此外，左半球另一个位于太阳穴底下的区域能够将语音组织成一种我们熟悉的语音单位，而右半球的相应位置则处理环境声音（如流水的声音和动物的叫声），等等。

尽管有时大脑的小区域在两个半球上的运作各不相同，但有关它们不同运作方式的描述可能没有任何共同点。例如，控制语言和控制唱歌之间的差异与对部分进行分类和对整体轮廓进行分类之间的差异存在什么关系？所以，当你将这些小区域集中成一个大区域时，所有共同关系很快就会破裂，即简单的二分法无法描述这个大区域的特征。

被记录下来的左右半脑功能的差异并不是流行文化所概括的那样，但它们在真正理解大脑的功能上极其重要。即使是细节末枝也很重要。

第二个基本问题是，每一个特化的大脑区域并不是单独的，而是作为一个系统的一部分进行运作，这个系统包括大脑其他很多区域，甚至包括另一个脑半球上的区域。

例如，为了完全理解一种语言，你需要了解句法（句子的结构，左半脑能更好地完成）和语调变化的意义（右半脑能更好地完成），了解意义是如何被阐释的（两个半脑共同协作）。换言之，两个半球是一个单一系统的一部分。让我们回到自行车的例子里：它有把手、座位、踏板、齿轮、链条和车轮。所有零件共同合作来实现一个特定的目标（帮助一个人迅速而轻松地从一个地方移到另一个地方）。独立的零件不会有大作为。机器的力量在于零件如何共同协作。同样的道理也适用于大脑。

所以，两个大脑半球的确有区别，然而却是在一个比大众出版物和互联网所宣称的更为特定和具体的层面上。并不是说一个半脑是“逻辑的”而另一个是“直觉的”，也不是说一个半脑更“善于分析”而另一个更“具有创造力”。两个半脑在逻辑和直觉思维、在分析和创造性思维上都发挥着重要的作用，等等。流行版本中的所有区别都涉及复杂的功能，这些功能由多层处理（一些功能左半脑中可能会运行得更好，而一些在右半脑中可能会运行更好）完成，但不能说所有功能都是其中一个或另一个半脑的全部功劳。

两个半脑绝对不是单独存在，而是共同协作，如斯佩里所记录的那样。它们不是相互竞争的或进行某种大脑拔河比赛的独立系统。一个半球不是一个没有纪律的孩子，另一个也不是一个在校园里大发脾气的扫兴者。相反，如我们所强调的，大脑是一个单一的、无比复杂又高度综合的系统。像一辆保养得很好的自行车零件，大脑各部分的确拥有不同的功能，但和自行车零件一样，大脑各部分也是共同协作的。

“分裂思维”

如果大众文化的左右脑故事缺乏基础，那为什么近半个世纪以来它在谷歌搜索上的点击率高达上百万次？为什么会受到像奥普拉·温弗瑞（Oprah Winfrey）和畅销书作者丹尼尔·平克（Daniel Pink）这样受人尊重的人物的赞成？

答案不只是因为斯佩里的研究和他的诺贝尔奖吸引了媒体热切的关注，也不只是当今互联网的力量。答案可能在于我们是为了理解和永恒叙说人类经验的本能追求。作为一个物种，我们似乎天生就会尝试去阐明我们遭遇的意义，即使这些遭遇和大脑一样复杂，所以我们创造了故

事，必要时对它们进行简化。从根本上来说，这不算是坏事。假如我们以正确的方式简化故事，描述核心观点，省去对错误想法的介绍。

尽管科学家和研究者每隔一段时间就会发出警告，但左右脑故事依旧存在，这证明了左右脑故事的力量，也证明了我们对简化故事的支持。

早在1971年，蒙特利尔神经学研究所一位杰出的科学家布伦达·米尔纳（Brenda Milner），在发表于《英国医学公报》（British Medical Bulletin）期刊的一篇文章中警告不要过度阐释裂脑研究。在她的研究结论中，米尔纳写道："尽管这篇论文已经强调大脑半球之间的差异，但必须注意不要对它们进行过度阐释。"5年之后，权威期刊《行为与脑科学》（Behavioral and Brain Sciences）的创建人（1978年）斯特万·哈纳德（Stevan Harnad）写道，一种非白即黑的偏侧化二分法已经"和关于脑半球功能的已知事实密切相关，就如占星术和天文学的关系一样。"

1987年，佩斯大学的心理学教授泰伦斯·海因斯（Terence Hines）在《管理学学会评论》（Academy of Management Review）主张，利用左右脑故事来提升企业绩效的尝试就像"野雁的追求"，一种以"大脑半球差异的本质的错误看法"为基础的追求，而这些看法最好冠名为神话（他的强调）。科学文献也发出很多类似的警告。

在学术界里，我们听不到这些持相反意见者的大部分声音，或者说它们被忽视了。即使对一些身在科学界的人来说，对左右脑理论也只是好奇而已，如心理学家奥恩斯坦（Ornstein）在他那本1997年出版的著作《正确的思维：弄懂大脑半球的意义》（The Right Mind：Making Sense of the Hemispheres）中所回忆的那样。回想起斯佩里和其他研究者在20世纪六七十年代的实验，他写道：

“分裂思维的这些论证吸引了我们全部的注意力！尽管思维的不同部分处理实际问题的方式是不同的，但它使很多人过高地评价了思维的分裂性而低估了它的统一性。在现实生活中，一个被分离的大脑半球并不会单独运作，也不会操纵整个过程。两个半球不仅通过胼胝体，还通过大脑所有的下部结构紧密而彻底地联系起来……”

我们已经讨论过一个人习惯的思维方式是上脑和下脑两部分的合作所形成。我们也已经讨论过简单的二分法不能充分解释这两部分的功能：它们必须被视为一个系统，即共同协作的系统。在很多方面，上脑和下脑系统之间的相互作用比在单独一个系统里发生的处理更加有趣，信息更为丰富。我们将在第6章讨论这种相互作用。

第6章　相互作用的系统

菲尼亚斯·盖奇（Phineas Gage）在新罕布什尔的一个农场长大，年纪轻轻就显示出了非凡的谋略。他几乎没有受过正规的教育，但在十几岁或20岁出头的某个时候，他必定是认识到他可以通过脱离家庭的贫困而让自己过得更好。机会来了：这是工业时代的早期，那个时代，在全国范围内，铁路数量激增，新公司纷纷出现，新路线不断兴建。盖奇学习建筑知识，渴望管理。他被证实的确是一位优秀的策划者，懂得从他的经历和每个步骤的决策中获取教益，这是他的一个成功秘方。到1848年，他已经晋升为领班。

1848年9月13日，盖奇负责一个小组来修建一条最近才获得特许的经过佛蒙特州卡文迪什镇拉特兰-伯灵顿的铁路。就在那个下午稍晚的时候，盖奇用一把名叫铁夯的锥形金属工具将炸药塞进一个在岩石上凿出的洞口里。瞬间的分神，他不小心就让铁夯撞击到洞口的另一侧。溅起的一点火花点燃了炸药，铁夯像一颗巨大的子弹笔直地射出洞口，刺穿他的脸颊和头部，毁掉了他的左眼，刮去了他大脑左侧顶部和底部前侧的一个重要部分。这个部分最厚的地方达3英尺[1]7英寸[2]，直径为1.25英尺。铁夯落在他身后60英尺之外的地方。

盖奇被撞倒在地上，陷入短暂的昏迷，但神奇的是，几分钟里他就能流利地说话，并能走动。他被牛车带到了附近的一间旅馆，请来当地医生爱德华H.威廉姆斯（Edward H.Williams）为他治疗。

“医生，这个事情可够你受的。”威廉姆斯到达的时候，盖奇说。

不久之后，约翰M.哈洛（John M.Harlow）医生接手了这个病例。盖奇躺在床上的血泊里，指着他左脸颊的洞这样告诉哈洛：“铁夯穿过这

里，并刺穿我的头部。”这个描述非常精确，却令人不安。

哈洛清洗并包扎他的伤口——在寻找骨头碎片的时候，他插入盖奇破裂脸颊里的左手食指甚至可以碰触到伸入盖奇头顶的那个洞的右手食指。随后，哈洛记录了他的观察：“大脑从开口处就冒出来，支离破碎地挂在头发上……明显地看到和感受到大脑的脉动。”

盖奇在康复期不断受到感染和昏迷。他一度准备好了棺材。尽管遭遇了这些挫折，但他还是挺过来了，他的语言、记忆和运动的控制能力相对地没有受损。他的病例吸引了媒体的关注。波士顿的一家报纸以“一个令人震惊的现实”做头条，刊登了一位对盖奇深感好奇的读者的来信——众多好奇者中的一位，这些人亲眼看见盖奇在卡文什尔康复了。“我们生活在一个多事之秋，”信的开篇写道，“但是如果一个人被一把13磅[3]重的状如一条尖锐棍棒的铁夯彻底穿过头部，并削掉了一部分大脑，而这个人依旧还活着，有他的感觉，我们可能会高声惊叫，接下来会发生什么？”

但盖奇不是这个人——在这期间他呼吁科学界的关注。哈洛按时间顺序记录了盖奇性格的深刻变化。

“头部没有疼痛，却有一种他无法描述的奇怪感觉。”哈洛在1849年4月见过盖奇之后写道，那个时候事故已经过去了7个月。

他申请了领班（之前）的职位，但还没决定是去工作还是去旅行。他的承包商认为他在受伤前是所有雇用者中最有效率、最能干的领班，但考虑到他精神上的明显变化，他们不能再给他之前的那个职位。可以这么说，他的智力和动物习性之间的平静或平衡似乎受到了破坏。他时不时地表现得很无礼，并经常做出荒唐的亵渎行为（以前他不会有这些举动），一点也不会尊重他的同伴，当和他的愿望产生冲突的时候他不

会退让或听取别人的建议，有时极其固执，反复无常又优柔寡断，才制订好未来要操作的计划就因为其他计划看上去更加可行而遭弃用。尽管在智力和表现上就像一个孩子，他却有一个强壮男人野兽般的激情。

结果，他的存在就变成了一种悲伤的流动形式。大脑受伤但依然在运作，但他的左眼永远地闭合，这几乎注定盖奇要在人间游荡。他首先在新英格兰旅行，展示他自己和他的铁夯，显然这是以赚钱为目的的。哈佛大学外科医生亨利J.比奇洛（Henry J.Bigelow）对他进行了检查，在发表于1850年的一期《美国医学科学杂志》（American Journal of the Medical Sciences）的论文中写道，盖奇可能从“已记载的最神奇的脑受损历史中幸存下来”。盖奇继续旅行，作为一项展品在P.T.巴纳姆马戏团工作了一段时间，在以淘金热吸引外国人的智利作为一名制服工人工作了几年。

1960年，在一系列的癫痫发作之后他死在旧金山，那时只有母亲陪伴着他。他的大脑并没有被保存下来用作解剖，但他的颅骨和铁夯被收藏在哈佛大学华伦解剖学博物馆。他那个有着独特洞口的颅骨现在已成为博物馆网站首页的一个形象，成为大脑令人着迷又困惑的不朽力量的一个可怕象征（见图6-1）。

研究者通常认为，菲尼亚斯·盖奇的悲伤故事证明了性格的不同方面，依赖大脑的不同部位。这是真的，但相比之下，他的变化所隐含的意义则更加深刻：铁夯破坏了他上脑和下脑的部分区域，损害了上脑和下脑系统之间的合作。盖奇尤其很难将他的情感反应、目标和行动整合成计划，也很难知道什么时候应该坚持一个计划而不是让事态脱离他的掌控。

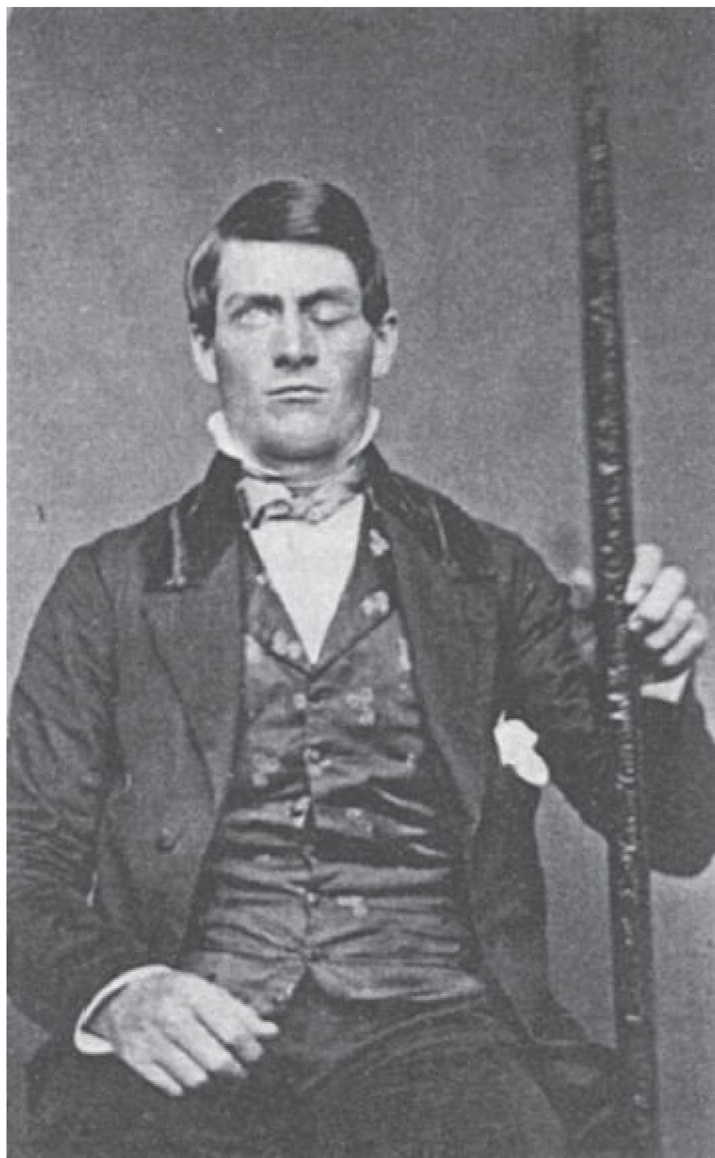


图　6-1

年轻的菲尼亚斯·盖奇在一场可怕的事故中幸存下来，这次事故残酷地惩罚了他，却让我们对活体大脑有了新的认识。

资料来源：From the collection of Jack and Beverly Wilgus.

损伤并不只是破坏某些能力而已，它也改变了盖奇之后运用未受损

的能力的方式。他在事故之后的行为不只反映他的上脑和下脑系统受损害的事实，也反映出两个系统如今相互作用的异常方式。同样，理查德·格雷戈里（Richard Gregory）在1961年指出，当从一个老式收音机中移走一个电阻器，收音机可能会发出噪声。为什么会这样呢？并不是因为电阻器是“噪声消除器”，拆去它就丧失了这项功能。相反，噪声的产生是因为在损坏之后，收音机的完整部分相互作用的方式已然不同。同样，在事故之后，盖奇的上脑和下脑系统改变了它们共同协作的方式，变化了的相互作用也会改变他的很多行为。

如果上脑和下脑系统之间正常的相互作用遭受破坏，盖奇身体机能运作的一个重要方面也会产生毁灭性的改变。哈洛写道：“在他受伤之前，尽管没有受过学校教育，但他头脑很协调；有人认为他是一个精明能干的商人，精力充沛又坚持不懈地执行他所有的计划。他受到这些人的尊重。在这方面上，他的头脑被彻底改变了，改变得如此决绝以致他的朋友和熟人都说他‘不再是盖奇了’。”

盖奇以前足智多谋而又体贴，现在却变得冲动和易变。他的下脑系统不恰当地破坏了上脑系统，让他在认识到之前努力的后果时无法坚持或修正计划。当他的反应阻碍了计划的开展，他就会被激荡的情感冲刷，不能做出适当的反应。对大脑两个系统相互作用的方式的破坏改变了盖奇与他人建立联系以及应对生活遭遇的方式。

系统的相互作用

我们已经强调过将大脑视为一个系统的重要性，这个系统包括输入、输出和为输入产生适当输出的专门处理器。我们也强调了上脑和下脑分别包括专门的小系统，这些系统作为大系统的一部分共同协作。以

计算机作类比很诱人，从某种程度上来说，这个类比很贴切。也就是说，大脑和计算机都在处理信息：在两个例子中，输入（例如从眼睛到大脑，从照相机到计算机）被储存、转换和操作，最后产生输出（如计算机语言发出的一个词语或屏幕出现的一个图像）。

但是，大脑和计算机处理信息的方法是不同的。计算机有一个单独的中央处理器、执行程序指令的硬件、为了迅速读取数据的独立的随机访问内存（RAM，可以通过增加记忆碎片提升内存）、可视为计算机“第二”或“存储”记忆的磁盘或固态存储器——数据和程序被储存在那里（即使在关闭电源的时候，这种记忆也会保存信息）。相比之下，大脑在中央处理器和记忆之间没有明确的差别：大脑结构既可以长时间地保存信息（类似于计算机的磁盘或固态存储器），也能够短时间地保存信息（类似计算机随机访问内存）。

尽管如此，从计算机的类比还是可以推断出，信息处理只有在一个包含多个协调组件的系统下进行解读。为了举例说明上脑和下脑系统之间相互作用的复杂性，我们可以以一个两层商业面包店作比喻。

比如说，这是感恩节前的一个星期，它像每个假期季节一样，因为消费需求的不断增长，面包店需要做出更多的南瓜派。面包店的上层是计划生产多少数量的派和其他烘焙食品的主管。他们制订计划需要考虑各种信息，如季节、星期几和特定原料（如南瓜）的可用性。随后，他们安排原料的顺序。随着感恩节的接近，他们监测销售、预订单和其他指标的情况，调整南瓜派应该生产的数量。主管在预期值的基础上拟定计划，执行计划，然后在出现新情况的时候修正计划。

同时，在下层，很多人检查有没有送到南瓜、面粉、糖和其他原料，对原料进行分类，确认原料是否新鲜（扔掉所有变质的原料），将

它们放进搅拌器和烤箱，等等。他们整理从外面送来的货物，将其分类，然后解释应该做些什么。

如果层楼间没有联系，就不能生产出南瓜派（面包或其他烘焙食物）。重点是，它们之间的确存在联系。楼上拟定的计划会传递给下层的人员，这样下层人员就会做好接收某些原料和监测某些信息的准备；下层烘焙工作的结果和所追踪到的信息反馈到楼上，这样主管就能了解计划的进展，然后相应地对它们进行调整。

南瓜派的销量没有达到预期时，会出现什么状况呢？下层销售人员会将监测到的信息传递给楼上的主管。楼上这些主管于是按照比例缩减第二天南瓜派的生产量，相应地减少南瓜和其他原料的预订量。下层的工作人员被告知希望减少所有原料的数量，然后根据改变的数量来开展工作。随后，他们给楼上报告实际送来的货物数量。如果他们所报告的某种特定原料的数量比期望的多了或少了，主管就会联系相关原料（南瓜、面粉、糖等）的供应商，和他们进行协商——确保如果送来的货物太多，面包店不必支付超过他们要求的部分的费用，或者如果送来的货物太少，面包店要有足够的原料来应付订单量。

让我们回到有关大脑的内容，思考以下例子：因为你想上网，所以上脑系统首先要制订一个计划：开启计算机，然后访问浏览器。在开启计算机之后，上脑系统期望看到登录屏幕，当它出现（由下脑系统记录）、开始按键盘时，上脑系统就制订输入密码的计划。上脑系统不仅生成命令来控制手指，而且在每个字母出现的时候还生成了关于“你应该看到什么”的期望。它接收从下脑传来的“哪个字母会出现”的输出，如果出现的不是预期中的字母，上脑系统就会注意到（如果真是这样）并对计划进行修正，改正错误。

这不是要将下脑系统的贡献缩减到最小限度。当你看到计算机屏幕的时候，下脑系统将像素组织成与文字、图片一致的模式，然后将关于你之前所见物的全部储存信息和这些模式进行比较，如果匹配，它就能将与被识别的客体模式有关的之前信息应用到当前情况。当你看到Θ这一标志时：你就知道是“禁止”的意思，因为你之前看过这一标志，并且在记忆中储存了它的意义。当你的下脑系统将从眼睛传来的输入和储存的模式进行匹配时，你就能将与所见物有关的信息应用到当前模式。但除此之外，和产生输入的客体有关的情感优先帮你做出了判断。如果你遇到一些天生就有价值的东西（如在人行道上的一张100美元的钞票）或天生令人反感的事情（人行道上的狗粪），你可能会中断正在进行的行为，为了先做别的事情（弯腰捡起钞票或者移到路边避免踩到狗粪）。

而且，不只是上脑系统利用下脑系统传来的输出来接收执行一项计划所产生的后果的反馈，上脑系统产生的期望还能使下脑系统产生偏见，所以它可能以特定方式对输入进行分类。也就是说，上脑对下脑进行调整，这样，下脑就能很容易接收所期望的东西。例如，对一个在黄昏聚拢牛群的农场主来说，即使是一片与牛的形状相似的一闪而过的阴影也会被他的大脑归类为一头牛。为什么？因为农场主的期望（上脑系统所产生的）使下脑系统产生偏见，才将输入归类为一头牛，即偏见如此强烈，以至于很少有输入能具备成为预期客体的资格。

此外，下脑利用上脑来阐释这个世界。下脑自动将客体进行分类，解释场景，通过和预先储存在记忆中的信息进行匹配的方式来揭示情况。但有时我们会碰到与我们所熟悉的信息不匹配的客体和时间的组合；我们所熟悉的可能是个别客体而不是它们组合的方式。

话说你看到一个人单腿乱跳，两只手都穿着袜子，唱着《美丽的阿

美利加》。你的下脑留意每一件事，把这些信息传递给上脑，上脑随后会尝试形成一个故事来揭示整个事情的意义——可能是一个兄弟会的发起仪式。随后，上脑可能会形成一个计划来证实或否认这个推测，例如通过询问附近一个可能是兄弟会成员的年轻人来了解情况。在这个过程中，上脑让下脑事先准备，这样就更容易找到那个被期待的年轻人。毫无疑问地，两个系统是相互作用的。

根据这种情形，这种处理可以延续很长一段时间，或者比一眨眼的工夫还短暂。让我们观察当一名喷气机飞行员飞回航空母舰时所涉及的认知功能。当喷气机靠近飞行甲板时，在飞行员眼里，甲板大约只有一张邮票般大小。飞行员缓慢改变对喷气机的控制，让它减速，开始下降（所有这些都是对上脑所制订计划的反应）。在这一过程中，飞行员期望看到甲板以一种特定的方式变化，例如，随着喷气机的靠近，它应该会逐渐变得更大。但如果这种变化（如开始在下脑系统所记录的）不符合预期（上脑所记录的），飞行员就会修正计划。例如，如果一个重要的控制被错误地设置或发生了故障，飞机并没有开始减速，那么甲板形状变大的速度就会比预期的快，下脑系统留意到了这个信息，立即将这个信息传递到上脑系统。上脑系统做出应对，上脑系统处理会引导飞行员检查控制情况，试着找出故障发生的原因。当飞机控制器（它们自己相互作用的“上脑和下脑”）帮忙解决困难时，飞行员可以中止着陆，重新获取高度数据。

飞行员在瞬间做出的着陆决定是两个大脑系统卓越的相互作用能力的一个证明。没有系统间的合作，飞行员也许永远都无法将飞机驶向天空，更不用说安全返航了。

如我们在第3章所讨论的，上脑和下脑之间存在大量的联结。例如，一大束被称为弓状束的神经纤维从颞叶延伸到额叶中涉及语言形成

的区域。大量联结往复于颞叶储存记忆的区域和上脑系统的各个部分。显然，大脑的两个系统也属于一个更大更综合系统的一部分。如我们将在下一章所阅读到的，上脑和下脑系统的相互作用产生4种认知模式，这4种认知模式将成为本书之后章节的重点。

[1] 1英尺 = 0.3048米。——译者注

[2] 1英寸 = 0.0254米。——译者注

[3] 1磅 = 0.45359237千克。——译者注

第7章　四种认知模式

如今，菲尼亚斯·盖奇的故事经常被收入与大脑相关的教科书里，通常是为了阐明额叶区域的功能以及它对性格的特定贡献。教科书极少注意到，这个损伤产生这种后果的原因是上脑和下脑系统不再能恰当地相互作用。我们已经强调过这一事实。

但除此之外，我们将通过认知模式理论以一种全新的方式来解释菲尼亚斯·盖奇受伤的影响：当铁夯撕掉他的一部分大脑时，就改变了他的主导型认知模式，改变了他接触世界、与他人互动的方式。

只是大脑受伤的话，上脑和下脑系统互相作用的情况并没有什么不同。尽管我们每个人都会运用大脑这两个系统（如果没有，我们在日常生活中就不能行使职责），在正常范围内，人可能或多或少都会依赖每一个系统。人们依赖这两个系统的程度是不同的，因此两个系统互相作用的方式也有区别。上脑和下脑系统相互作用则产生不同的认知模式。

我们的理论没有假设人的上脑或下脑的尺寸是有差异的。而且，有些人经常依赖于其中一个系统的事实并不意味着他可以有效地运用这个系统。例如，他可能通常依赖上脑系统，拟定很多计划，但这些计划并不出彩。一个人运用上脑系统的有效程度可能与智力有关，这一点和模式截然不同。事实上，人的上脑和下脑的尺寸有差异，运用其中一个或另一个大脑系统的有效程度也是不同的，但这都不是认知模式理论要告知我们的东西。

确切地说，认知模式产生于一个人依赖上脑和下脑系统的程度。如之前所提到的，我们始终都在依赖上脑和下脑这两种系统，但经常运用到的可能只是应对一种情况所需的最少量的处理。在其他时候，我们可

以选择性地运用系统。打个比喻，我们可能需要走到某个地方（大脑运用最少的处理来对情况做出反应），但我们不一定需要跳舞（跳舞涉及大脑可选择性地运用的功能）。这就是我们在这里所强调的可选择性的用法，即一个人没有受环境限制时运用大脑一个系统的程度，而不是他改善了和世界联系的方式——这种方式需要运用大脑一个或两个系统。

在之后的章节里，当我们谈论运用和依赖上脑和下脑系统的时候，我们说的就是第二种方式，即可选性的，尤其当其他人可能不以这种方式来运用系统的时候。

以第二种方式来运用这些系统的程度是有连续性的（范围从高度到最低限度），但对实际目标来说，我们可以将这个连续范围分为“高”和“低”两类。如我们将在第8章所讨论的，这些差异（如其他大部分认知、情感和行为的特征）可能形成于遗传特征和个人经验之间的相互作用。

通过大脑的两个系统和每个系统存在的可能性，我们可以确认4种认知模式——与他人互动和应对实际情况的4种不同的方法（见图7-1）。

	高度运用（上脑）	最低限度运用（上脑）
高度运用（下脑）	行动者模式	感知者模式
最低限度运用（下脑）	刺激者模式	适应者模式

图7-1　四种认知模式

当上脑和下脑两个系统都被高度运用时，行动者模式就产生了。

根据我们的理论，当人们以这种模式思考时，他们都倾向于执行计划（运用上脑系统），记录这样做的后果（运用下脑系统），随后在反

馈情况的基础上调整计划。受伤前的菲尼亚斯·盖奇就是一个例子。受伤前，盖奇经常依赖这种模式来工作；如果不是这样他不可能晋升得那么快、提升到那么高的职位上。但受伤之后，他就不能再运用这种模式了。

习惯运用行动者模式的人往往适合做领导者。他们可能管理一个公司，扮演校长的角色，或者在课外项目中负责修建一间教堂。根据我们的理论，习惯运用这种模式的人在那些允许他们计划、执行和观察到行动后果的职位上应该感到最舒适。

你可能认识一些习惯运用行动者模式的人。她也许是一个街区协会的主席。这类人不断地预测未来、拟定那些会付诸行动的计划。例如，她可能会提出一个更聪明的方法来筹备年度筹资拍卖会，为它开展业务，但她不会盲目地向前猛冲。举个例子，如果一个计划让募捐者犹豫不决，她可能是第一个思考哪里出错和下次如何做得更好的人。

只有下脑系统被高度运用，而上脑系统没有被高度运用的时候，感知者模式就产生了。

习惯运用下脑系统的人尝试深层次地理解他们所感知的东西。他们解释他们的经历，并将它放入情景之中，试图解读其中的含义。他们或许会运用上脑系统来讲述故事，以此来弄清楚下脑所记录事情的含义，但他们没有运用上脑开展一个复杂而又详细的计划；上脑在很大程度上服务于下脑。如果盖奇的上脑系统能更好地将来自下脑系统的输入进行分类，那么在事故发生后，他的状况就会变得好一点。

在其他人中，许多图书管理员、自然学家和牧师似乎也习惯依赖于感知者模式。如果认知模式理论是正确的，依赖这种模式的人通常会在一个群体中扮演重要的角色；他们能够对事情做出合理的解释，并提供

更为高瞻远瞩的观点。在商界，他们通常是团队中的重要成员，有好点子，聪明，但并不总是能够获得荣誉。

以街区协会为例，运用这种模式的某个人在会议中也许很安静，但她在认真聆听，清晰地了解事情的发展。她不轻易发表意见，但一开口便是一些有充分依据的建议。因为她能深刻理解她所听到的东西，所以她的观点是值得考虑的。例如，当她在讲述关于募捐者的计划时，每个人都在倾听。如果她觉得自己发现了瑕疵（如她认为营销信息可能会让一些家庭疏远），那么她可能会有充分的理由。

当只有上脑系统被高度运用，而下脑系统没有被高度运用的时候，刺激者模式就产生了。

运用这种模式与世界互动的人经常创建和执行计划（运用上脑系统）但却不能始终如一地、准确地记录依据这些计划行动的后果（运用下脑系统）。他们也许富有创造力和原创性，即使在周围所有人都用思维定势来处理问题或事件的时候，他也许能够跳出固有思维来思考。但与此同时，这种人也许总是不能做到“适可而止”——他们的行动具有破坏性，他们也许不能适当地调整行为。在很大程度上，盖奇的问题不是他无法记录他行为的后果，而是他太过自由地运用正在发生的情况来解释他的计划；损伤破坏了上脑和下脑系统之间一贯的相互作用。

一般而言，当人们以刺激者模式进行思考的时候，他们应该可以作为团队中的一员发挥重要作用，然而，为了获得最大的成功，他们不应该成为唯一的领导，而应该和其他人进行更好的合作，以便在出现状况的时候帮助他们调整计划。

你可能认识某个习惯运用这种模式的人。她也许是街区委员会的一个成员，即一个随心所欲的、一分钟抛出一个想法的女人。你可能想要

立即解雇她，但她的一些想法很不错，尽管她自己并没有努力来将这些想法分类。如果让她负责一个项目，她的失败率和成功率可能是一样的——原因未必是这个计划的基本观点很糟糕，而是在出现问题时她无法在全局上对计划进行调整。

当上脑和下脑系统都没有被高度运用的时候，适应者模式就出现了。

以这种模式进行思考的人既不擅长启动计划，也不能专注地对他们的经历进行分类和解释。相反，他们能够接受新思想，被当前事件和情况的直接需求所吸引。如果认知模式理论是正确的，他们通常是行动派，反应也很迅速。而且，习惯运用这种模式的人通常会“顺其自然”，也往往被看作思想自由、相处起来会很愉快的人。（如果盖奇能够运用过这种模式，让别人安排他的日程，他的情况会好转。）

以这种模式进行思考的人应该是团队中很宝贵的一员，因为他们轻易就能适应计划。在商界，经常运用适应者模式的人往往成为组织中的中坚力量，管理重要的运营。

在街区委员会中，习惯以适应者模式进行思考的某个人对策略的制定不会有决定性的影响，在规划阶段也不可能做出很大的贡献。然而，一旦计划敲定，她就会坚决地拥护这个计划，努力地去执行。如果要求她挨家挨户为募资拍卖招揽业务，她通常也会很乐意。然而，如果计划进行得不顺（几乎没有多少人积极响应），她不会努力判断该怎么去解决这个问题，因为她觉得她已经执行了她的角色。

情境和舒适

现在，我们必须注意一些关于这4种思维模式的警告。

首先，尽管我们根据理论自然而然地总结出了以上预测，但并没有直接对这些预测进行检验，认识到这一点很重要。不过，评估主导型模式的调查问卷（在第13章出现）被证明是可靠的（人们再次填写问卷所得的分数通常和前一次的很接近），它的可靠性表明，人的行为事实上在很多情况下是一致的，我们每个人都拥有一种主导型模式。如我们之后所要概括的，这个测试和其他已经充分验证过的测试在统计学上是有关联的，这种关联很容易解释。

其次，如我们之前注意到的那样，一般来说，习惯性的思维模式不应该和智力有关。智力是指一个人能够迅速、解决难题和理解复杂材料的能力。主要依赖一种或另一种模式的人可能会很聪明，也可能会很愚笨，或者在两者之间。模式则是关于你如何与他人互动和应对实际事务，它们都没有反映出你解决问题和理解复杂材料的能力。

另一个警告是，我们没有期待那些习惯运用某种特定模式的人会是情绪化的，或有着良好或糟糕的心理健康状况。例如，习惯运用这四种模式中任何一种的人同样容易愤怒或压抑。

此外，尽管我们可能习惯依赖于一种模式，不过有时也可能会在不同情境下采取不同的模式。例如，如果你曾经是一个街区协会的最高管理者，在那种情境中你可能会运用适应者模式；如果你被抛到一种不寻常的环境里（如要求制订一个新方法来提高你的邻居循环利用垃圾的积极性），你可能就转换到刺激者模式，即在并不清楚如何应对结果时就武断地提出自己的观点；为了处理并发状况，你可能已经运用了感知者模式，在做出决策前先做观察；最后，在某种情况下，如被那些有效运用行动者模式的人管理的情况下，你可能已经决定成为一个具有良好团

队精神的人——适应者模式。

如我们之前所注意的，根据认知模式理论，你并没有被你的主导型模式所“围困”，即使它是你运用起来感到最舒适的模式（因为它与你的性格和经历最贴合，如我们将在第8章所讨论的）。不过，我们认为，尽管人们在不同的情况下运用不同的模式，但是我们每个人都拥有一种习惯性的占主导地位的模式，它在指导我们如何对待生活和如何行动上起了很大的作用。

明确你通常运用的模式能让你认识自己。然而，我们并不是说你要在自我认识的基础上尝试改变自己，确切来说，更一般地来说，或许最好用它来改善你应对工作和生活的方式。

我们在这里所提出的理论应该能够帮助你通过对他人行为的观察来确定他的主导型认知模式，所以，我们的理论也能够帮助你更好地了解他人是如何行动的以及为什么行动。在人际关系、家庭、社会环境和工作中，它能为你带来实际价值。

比方说，你在一家中型广告公司的生产部门工作。你的公司雇用了一位擅长社会媒体工作的新上司萨拉。萨拉似乎频繁地运用感知者模式。她是一位敏锐的观察者，对人类本质有着深刻的理解，她的Twitter和Facebook留言板帖子就证实了这一点。但她很难将这些组织成一个连贯的活动，例如，如何与你公司初次合作的有线电视客户建立长期合作。另一方面，你认为自己经常运用刺激者模式：你善于制订计划，尽管并不像执行你的计划那样擅长做出反应和调整。迄今为止，你和萨拉在工作上从没有合作过。合作对你和萨拉个人，对公司不是更好吗？也许你和萨拉应该作为一个团队，把能力展现给总裁看。通过联合你们两人的力量并运用各自感知者模式和刺激者模式的优势，那么，你们整体

的力量可能就会比两个部分的总和还要大。

或者这样说吧，你习惯以适应者模式思考和行动。你似乎常常活在当下，所以人们喜欢围在你身边。你逍遥自在，很有趣。然而，如果提到你和你那个通常依赖适应者模式的伙伴之间的关系，那么你就不会那么有趣了。你们又一次闹僵了，在某种程度上是因为你们两个都很难制订计划——坦率地说，只有你当领导者，你们的问题才能解决。如果你和他（或她）争论，那么，下场只会是更多的争论，而不会是吸取教训。这种情况甚至会一直延续到现在你们分道扬镳的时候。当你准备接受另一个同伴时，你会更加认真地考虑“他的主导型认知模式和你的不同”的因素，这也许就很明智——选择一位习惯依赖于行动者或感知者模式的新伙伴。

请注意，我们并不是在建议你利用我们的理论来指导你的生活，而只是让你将它视为一种从新的角度思考问题的动力。如这些例子所说明的，认知模式理论应该帮助你反省和思考你的选择。在第8章中，如果你发现你必须和那些主导型认知模式不论是在工作还是私人关系上都会惹怒你的人相处，我们将为你提供可能性的策略来解决问题。我们希望这种推测将能帮助你从一种新的方法来反思自我（如那些你可能需要帮助和向谁请求某种帮助的情况）、思索你的工作方式、思考你和其他人关系的本质。单单从一个新的角度思考这些事情，你就会获得启发。

但如果你不喜欢你的主导型思维模式并想改变，那要怎么办？又会有多少困难？为了回答这个问题，我们需要思考人们为什么要发展他们的主导型认知模式。

第8章　认知模式起源：先天vs.后天

尽管有证据显示，我们每个人都倾向于依赖一种特定的认知模式，但没有人总会被困在一种思维方式中。人们有时会改变他们的思维方式，这就是我们在本书中有时使用“特有的”和“习惯的”这些词语的原因。根据认知模式理论，你的主导型模式（即你通常运用这种模式处事）由你运用上脑和下脑系统（如之前所讨论，这里的“运用”是可选性）的程度来决定，你可以改变，但是要付出相当大的努力。

想想我们同时代的这位伟大的外交官，已故的理查德·霍尔布鲁克（Richard Holbrooke），他曾为几位总统工作过（在华尔街也大获成功），他广为人知的事例或许是他所促成的1995年《代顿和平协定》（Dayton Peace Accords），这个协定结束了波斯尼亚血淋淋的战争。2010年10月他去世时，还是奥巴马在阿富汗和巴基斯坦问题上的特别顾问。霍尔布鲁克不仅了解历史和现代地缘政治学，还了解那些运用这些知识的领导人的复杂个性。显然，他经常以感知者模式处事。但有时，一个站在世界舞台上的成功谈判者也会运用行动者模式——霍尔布鲁克当然也如此，《代顿和平协定》和其他成功便是证明。然而，在他那著名的愤怒咆哮中，他有时似乎也会运用刺激者模式。这些爆发偶尔成为他的优势（因此可能是战略性的，反映了行动者模式的思维），但在某些特定情况下却也会让别人疏远，这显然不属于实现某项目标的计划的一部分。

或者看看那位大受欢迎的喜剧演员斯蒂芬·科拜尔（Stephen Colbert），他在电视上主持一个右翼脱口秀节目：当他采访一位嘉宾，为了“看看会发生什么”而抛出惊爆消息，并有意显出挑衅性的时候，他必须经常运用行动者模式来凸显一个通常被认为以刺激者模式行事的角

色。但是，为了能够充分判断将会发生的事情，他有时必须转换到感知者模式。当他注意到嘉宾感到心烦、不是那么愉快的时候，他可能就会转换到适应者模式，让嘉宾暂时掌控彼此间的互动。

显然，斯蒂芬·科拜尔在行动者模式中感到非常舒适，但他能够让自己（至少是暂时地）以其他模式行使职责。在我们远离大众视线的生活里，我们很多人也是如此。

当先天DNA遇上后天经验

不过，如果思维模式和其他那些已被具体研究的心理特征一样，那么，人们在默认情况下就会由于某些原因（有些因素很难克服）陷入一种单一的模式。尤其是一个人的性格（个性的一个方面）可能会影响到他习惯运用某种特定模式的原因；性格的某些方面会影响他专注执行一个复杂又详细的计划，或重点解释一个事件的容易程度。性格的这些方面包括一个人有多情绪化、他全部的活动水平、注意力可持续的时间和能力，以及积极和耐心的程度。例如，思考一下感知者模式和刺激者模式：一个人有耐心，就会帮助他以感知者模式而不是刺激者模式行事，但是，如果一个人很积极，他的情况却刚好相反。积极性会帮助这个人以刺激者模式而不是感知者模式来行事。

为什么我们会有自己独特的性格？至少从某种程度来说，个性的多数方面是由基因所决定的。因此，基因会影响我们选择哪一种模式的说法是可靠的。你不能轻易改变由你的基因所设定的性格。即使是在婴儿时期，基因对性格的影响就非常明显。如果你已经为人父母，那么你就会注意到婴儿会有不同的表现：一个可能很警觉和活泼，另一个安静和自在，第三个则高度紧张不安。

至少从某种程度上说，性格是基因给予我们的馈赠，对双胞胎的研究为这个事实提供了有力的证据。同卵双胞胎拥有几乎相同的基因组而异卵双胞胎则只有一半，所以研究者可以通过比较两类基因来推断它们的角色。研究不断显示，同卵双胞胎性格的许多方面比异卵双胞胎的更为相似。在性格的许多方面，包括活动水平、专注和坚持的程度、情绪化和害羞的程度，这些研究都牵涉基因。与一个由基因设定的性格的易变比例相对应的“遗传”估计范围，大约是0.02~0.60（从0~1.0的分级评估）。毫无疑问，性格从某种程度上取决于基因。

与那些经验主义的发现一致的是，有研究显示，在孩子成长过程中性格的很多方面是相对稳定的。这个领域的先驱、哈佛大学心理学家杰罗姆·卡根（Jerome Kagan）在他的著作中用例子阐释了这个事实。卡根主要致力于他所称的“反应性”（reactivity），即性格的一个侧面上，即使是在4个月大的婴儿身上，“反应性”的表现也很明显。卡根和他的同事给婴儿展示陌生的物体，如一个模样奇怪的金属机器人，然后让婴儿参加一个新的测试程序，如佩戴血压袖带。在所测试的婴儿中，20%左右的反应性很高，即当他们面对陌生物体或事件的时候，会变得焦虑和激动；另外有大约40%的婴儿的反应性较低，面对陌生事件时反而很放松，并没有表现出强烈的反应。

多年之后，研究者再次对这些孩子进行测试，评估他们的大脑功能。结果发现，婴儿时期反应性高的10~12岁孩子的大脑和其他多数人有所不同。特别是，与婴儿时期的反应性较低的孩子相比较，这些孩子的杏仁核更为活跃。杏仁核是一个位于大脑深处的结构，能使我们产生强烈的情感，如恐惧。至少从某种程度来说，当一个人的DNA被组装起来的时候，杏仁核的未来功能在概念中就被决定了。

简言之，性格可能会影响我们的主导型模式，而基因则明显会影响

我们的性格。基因并不只是我们之所以是我们自己的部分原因，还是我们之所以这样行动的部分原因。

你也要承受基因之外的因素所造成的影响。学习是影响行为的一大因素，我们有好的理由认为学习会影响你感觉哪种认知模式最舒适。

在大多数情况下，我们会自觉地学习和记忆与我们所关注的事件有关的信息——那只是大脑运作的方式。也就是说，我们无需刻意努力地记住很多事情，只是在遭遇事物或事件时才关注它们，并在那个时候思考它们，这通常会使我们之后记住它们。大脑会产生许多重要的经验，这些经验在之后的几年还会影响我们。例如，只是在一个亲密朋友的婚礼上，关注每一个细节，这可能使你在很多年后还记得这件事的快乐。同样，在你深爱的人的葬礼上，抓住每一个悼词，这可能使你牢记这件悲伤的事情，不管你想还是不想。

此外，基因和学习并不是分离的，它们相互作用的方式独特地定义了你是谁和你能做什么。如果你的基因使你倾向于一种非常活泼的性格，你可能喜欢体育运动或具有少许冒险色彩的旅行，也许是有挑战性的山壁攀岩或在急流中漂流而下。但如果你的基因使你倾向于一种较为消极的性格，你的追求可能会相对悠闲，例如，阅读或园艺。而且，一旦你拥有了这些经验，你所学到的东西将反过来对你进行塑造，给你提供组织世界和对未来经验进行分类（依赖下脑）的新方法。而且，它们将扩展你全部的可行计划，以及你着手做这些事（依赖上脑）的新方法。

简言之，你的基因可能使你倾向于获得不同的经验，在这些经验中进行的学习反过来会影响你运用上脑和下脑系统的程度。

对IQ的研究提供了有力的发现：明尼苏达大学的研究者托马斯J.布

沙尔（Thomas J.Bouchard）在2004年所做的报道显示，基因对IQ的贡献事实上会随着人年龄的增长而提高。为什么呢？原因之一是随着你年龄的增长，你控制自己周围环境的能力越强：你开始决定是花时间去猎鹿还是阅读一本好书，玩一场橄榄球还是与其他国际象棋选手切磋，等等。因为你的基因（如那些由基因决定的性格的某些方面）的作用在选择环境方面占有很大的分量，而环境有助于提高IQ，你的遗传就可以间接地影响你的IQ。这间接的影响可能随着年龄的增长而增强，因为你可以选择环境，所以，基因对你智力的整体作用也会随着年龄的增长而增强。

我们可以得出这个可靠的结论：我们的基因几乎决定性地影响着我们每个人以可选的，而非被当前形势所逼迫的方式运用上脑和下脑系统的程度。我们也可以做出这样的结论：学习几乎影响了认知和行为的所有方面，同样也影响我们运用两个大脑系统的程度。

随着时间的流逝，我们或多或少都习惯于运用上脑和下脑系统，反过来，这就会产生一种主导型认知模式。我们可能不会每时每刻都局限在这种主导型模式里，但会在运用这一独特模式时感觉最舒适。

转换模式

所以，当你惯用的认知模式对你即将从事的工作并不像它本该的那样有所帮助，那么，你该怎么办？你能改变你所运用的那种认知模式吗？根据我们的理论，答案是：在多数情况下，可以——但只是在一定的程度上，还需要付出巨大的努力。

在下文里，我们将检验改变你主导型认知模式的可能性，检验更改上脑和下脑系统功能的方式。我们将从下脑（对从感官传来的输入进行

分类和说明）开始。

如果经验使你成为某个领域的专家（换言之，你对这个领域进行了大量的学习），在这个领域运用感知者模式时，你感觉最舒适，不管它是不是你的主导型认知模式。问题是，有科学文献显示，一般来说人们只有经过10000个小时的实践之后才能成为专家。不像那些在某种程度上由性格所决定的认知模式（它们可能会影响你与世界的全部交流），在一个领域的知识中形成的认知模式通常被局限在一个特定的范围。如果你是一位足球比赛评论员，你可能非常擅长区分和理解足球赛事，但是，区分和理解棒球比赛或英式足球比赛的技巧（如果真有其事）将不会对你有所帮助。事实上，在很多例子里，即使一个人擅长某种特殊工作，他也未必擅长类似的工作。

在畜牧业中，检测鸡的性别是一道重要的程序。判断才出生一天的小鸡是公的还是母的，对鸡蛋生产商来说极其重要。公鸡不但不能产蛋，它们的存在事实上还会干扰产蛋。家禽饲养者还为将公鸡和母鸡分类设置了奖励。

在辨别小鸡的性别上，嘴上说说要比实际行动容易得多。对没有受过训练的眼睛而言，公鸡和母鸡的区分完全不明显，因为它们没有容易辨别的外生殖器。这就解释了为什么辨别鸡性别的专家是一个很有价值的高薪职业。这些专家即使在大萧条时期也很有市场。辨别鸡性别的专家可以在一小时内确认大约1000只小鸡的性别，正确率高达98%。在1/2秒中，瞅一眼放大镜，他们就能做出判断。设想一个棒球击球手即便能拥有一半的成功率，他甚至就能超越贝比·鲁斯（Babe Ruth）和泰德·威廉斯（Ted Williams），两个史上最伟大的击球手，他们只花了大约1/3的击球时间就获得一个“安打”。

研究者欧文·比德曼（Irving Biederman）和玛格丽特M.希夫纳尔（Margaret M.Shiffrar）研究了辨别鸡性别的工作者是如何工作的。一开始，研究者要求他们观看小鸡屁股的照片，并圈出他们在判断性别时所注意的地方。如果被辨别的地方是平的或凹下去的，那就是母鸡；如果是凸起的，那就是公鸡。随后，研究者就用这些照片培训没有这种工作经验的人。培训之后，这些非专业者辨别鸡性别的正确率达到当时的84%。（实际培训通常不会利用照片，而取决于从真的小鸡那里获得的经验。）

这个研究阐明了以下两个重点。

第一，这个工作是可以学习的，培训之后，相比预期50%的准确率，参与者的成绩意外地更加优秀。即使没有很多的实际操作，这些非专业者在辨认小鸡性别时还是能够以感知者模式进行工作。

然而，即使在这个领域里，这种培训也没有被参与者完全推广开来：在这项研究中，被培训的人也不是百分之百的准确，他们也失误了很多次。事实上，成为一名辨认鸡性别的专家需要掌控单一规则之外的各种例外。我们对“规则不允许对非专业者推广这种培训”的理解，或许和对以下棒球例子的理解很相似。我们知道在棒球运动中，一击只是球棒的徒劳挥动，这个规则也能帮助我们理解当棒球以某种方式越过本垒时，挥动球棒也好，没有挥动也好，一击就算发生了。

最后，学习辨别小鸡的外生殖器或辨别棒球中的击球和坏球，将不能帮助你辨认不同种类的岩石、苹果、宝石的正面或其他东西。花费在辨别小鸡性别上的时间也不能帮助你成为一名宝石学家并拥有简单一瞥就能给珠宝评级的技能。

简言之，我们期望，成为某种工作的专家能使你在那种环境中以感

知者模式发挥作用，但只有在你完成了大量工作的前提下。如果这项工作对你来说真的很重要，努力学习将很有意义，但要记住，这不可能影响你在其他情况下所运用的模式。

S.F.的神奇案例

在之前的章节里，我们思考了经验是如何改变下脑系统的。一个类似的故事适用于上脑系统，但在这个例子里你可以学习到新策略，让你在特定的新情况下运用上脑系统。这种学习并不意味着你将在一般情况下更频繁地运用上脑，它只是让你在特定的工作实践中更多地来运用。

以S.F.为例，S.F.是卡内基·梅隆大学的一名学生，自愿参加一个在认知科学领域很著名的实验（为了维护他的匿名权益，他的名字只出现首字母）。据报告，在这个超过一年半的过程中，每周中有3~5天，S.F.都会待在实验室里。每一次，研究者K.安德斯·艾瑞克森（K.Anders Ericsson）和威廉·切斯（William Chase）给S.F.展示一系列随机的个位数（如4，9，3，1，……），一秒钟一个数字。S.F.的任务就是听到每个系列的数字之后立即重复一遍。

在第一阶段，他被展示的是一个简单的数字，要求重复。随后给出两个随机数字，要求重复；之后是三个，这样一直到他不能重复全部的数字顺序为止。第一天，他可以回忆大约一行7个数字（人们一般可以短期回忆和重复的6个或7个随机数字）。第二天他重复这个过程，然后继续重复。数字的单子越来越长。在研究的最后，他竟然可以重复79个随机数字！

S.F.是怎么做到的呢？他运用上脑处理，将这些数字进行分组。

人类的短期记忆可以储存四组信息。每一组可以再分成另外四组信息，以此类推。S.F.正好是一个长跑选手。他可以将这几组信息转化成他能记住的某个竞赛中特定阶段的时间，然后和这些阶段联系起来。例如，“3，4，9，2”被编码成3分49.2秒。当数字不符合熟悉的竞赛时间时，他的记忆能力就会暴跌；当所有的数字都符合时，他的记忆就超棒。随着练习逐渐增多，通过将数字编码成日期或年龄，他不断补充这个策略。运用这些策略对随机数字进行组织，他的表现也就越来越出色。

意外情况出现了：S.F.非常成功地记住这些数字之后，研究者用字母代替数字呈现给他时，他的成绩全然不符合“79”的辉煌成就。事实上，他甚至不能记住10个字母，即他倒退到记住大约6个对象的能力（属于正常的范畴）。对数字卓有成效的策略不能适用于字母，所以他不能有效地将字母分组。经过一定的时间和练习，他可能已学到新的策略——之后又发现，这些策略只适用于字母。

不过，在少数情况下，从一个训练有素的任务转移到另一个新任务也是有可能的。如果一个人执行那些至少要共同处理一个重要信息的任务，这些转移就会发生。例如，在斯蒂芬和他的小组所报道的一个研究里，在连续21天里，要求参与者每天练习“心理旋转”客体的任务。如我们在第4章所讨论的，当你想象一个东西围绕一个支点旋转（不是2D图就是3D图）的时候，心理旋转就产生了，就好像当你将设想的大写形式的字母P进行180度的旋转时，是否发现它变成了另一个字母。（是吗？如果是，变成了哪个字母？答案：是的，变成小写形式的字母d。）

正如预期的一样，随着练习的增加，参与者的这些心理旋转变得越来越快。3个星期之后，他们被委派另一个任务。研究者发现，在参与者练习了一组形式的心理旋转之后，他们在其他任务中的表现或多或少

都有所提升，这取决于所需的信息处理与最初的任务所需的相似程度——越相似，他们的表现越优秀。参与者进行另一组类似形式的心理旋转时，研究者观察到他们的进步是最大的。当参与者在心里将正方形折叠成盒子时，他们多少有点进步，但进步不是很大。参与者也能解决词语类比的问题。研究者发现，之前在心理旋转中所进行的练习并不能提升参与者在词语任务中的表现。

在心理旋转练习之后，参与者为什么能更好地完成在心理上将正方形折叠成盒子的任务呢？因为两个任务都涉及在心理上改变对象某些部分的位置，而这种处理在练习心理旋转之后明显有所改进，因此，在随后的心理叠纸任务中，它的运用则更为有效。参与者也要对那些需要执行心理旋转（如在旋转一个图形时，使它适当地保持在一条直线上）的处理进行练习。这些处理完全适用于心理旋转；这就是为什么适应另一种心理旋转任务的速度要比适应心理叠纸任务的快。解决词语类比的任务并没有转移，因为这个任务和心理旋转几乎没有共同承担什么重要的处理。

如果我们可以从这些刚刚已经讨论过的实验（有很多内容）结论中归纳出认知模式，就可以做出以下的推断：在某个任务或与相类似的任务中，你可以改变依赖上脑和下脑功能的程度。这些变化让你以感知者模式（如果下脑系统更多地被运用）、刺激者模式（如果上脑系统更多地被运用）或行动者模式（如果上脑和下脑系统都被更多地运用）处世。然而，现有的科学文献充分显示，这些培训的效果从根本上是限制在你所练习的领域里。你不得不进行大量的练习才能达到专家水平，这需要付出巨大的努力。对于这样一份相对有限的酬劳，我们多数人不愿意或者无法做出这样的努力。

我们认为，通常情况下，没有一种认知模式比其他的“更优越”或“更

好”，也没有什么好的理由让你不满意自己的主导型模式，在第13章你将有机会确认自己的主导型模式。可能遇到的挑战是：在找到能恰到好处地运用你主导型模式的最优方法时，可能需要与他人合作或需要正确的环境来施展你的优势。关于这些，我们还要说更多，但是首先让我们更加详细地探索这四种模式，更加彻底地思索每一种模式的特征，并举例说明。

第9章　行动者模式

在这一章和以下3章里，我们将依次探讨这四种认知模式。在开始时就很认真地思考我们所谓的“认知模式”的意义，是很有道理的。

如我们所见，你并没有选择你的主导型认知模式，主导型认知模式可能是你的基因（值得注意的是，基因影响你的性格）和经验（例如，你在某一特定学科的知识深度）所产生的一个结果。如果认知模式理论是正确的，那么我们每个人都拥有一种以我们如何思考和行动为基础的主导型认知模式。即便这样，在某些情况下我们的表现可能也会有不同，特别是当我们在一种情况下感到非常舒适并精通相关材料的话。

根据我们的理论，你的主导型认知模式是上脑和下脑系统相互作用方式的一个结果，你通常没有意识到这点。你的主导型模式产生于这些相互作用之中，就好像一个经济体从个体的相互作用中形成。经济体不能被个体的特征所替换，而你的主导型认知模式不能被上脑或下脑系统单独的特征所取代。正是人们互动的方式产生了一种特定类型的经济体，而大脑两个系统相互作用的方式产生了一种特定的认知模式。

换言之，作为上脑和下脑系统相互作用的一个结果，你的主导型认知模式自然而然地出现了。然而，你在任何特定时间里所运用的特定认知模式受你所处的环境所影响：在多数情况下，你是以你的主导型模式采取行动，但在特殊情况下（如果你在一个特定领域感觉舒适，并精通这个领域），你可能会转换到另一种模式。

但请注意，你即使能够运用一种不同的模式，却也可能无法很好地驾驭它。极少人可以转换到一种非主导型模式，即使能转换，却也不能保证可以有效地运用它。在某种程度上，你是否能有效地运用取决于你

对相关材料的了解程度（和你如何出色地运用下脑系统对环境进行分类和说明），以及你能够制订和实施计划（和你如何出色地运用上脑系统来应对和预测正在出现的事件——依靠下脑系统传递的信息）的程度。

不过，大有裨益的是不仅要关注你的主导型模式，还要关注当你处在特定环境中可能会运用的模式。思考其他人可能会运用的模式，这会影响你和他们进行沟通的方式，对你也很有帮助。所以我们建议你熟悉这四种认知模式，而不是仅仅简单地进行一个测试，然后阅读那些描述你主导型模式特征的章节。

在本章和以下3章里，我们将简要介绍一个现代人和一个历史人物的例子，进而阐释模式的本质。我们不是在“分析”这些人：我们无法凭空做到这点，他们全都没有参加过第13章的测试。我们无法很肯定地说出，他们上脑和下脑系统现在或过去实际上是如何相互作用的。我们的目的不是去解释这些人现在或过去正在思考的事情，也不是去解释他们为什么要像现在或过去所做的那样来行动。相反，这些人在行动中恰恰生动地阐明了模式。我们只是呈现那些容易辨认的特征，这些特征可以让我们澄清模式的本质。

我们从第一个人物开始，他恰当地体现了行动者模式行为和认知的主要特征。

最像市长的市长

这是相信自己将成为美国最大城市下一届市长的那位候选人吗？这个人从未竞选过政治职位、演说才能也差强人意？大家所不熟悉的这个人于2001年6月6日在纽约市皇后区的一个中心为老年人做正式声明时似乎被所有涌向他的报道者和摄影师弄得不知所措。

“如果我只是照了几张照片，然后就让它们见鬼去，事情会不会更简单一点？”这位候选人说。闪光灯在身边闪个不停。“不管我做什么，这都不会停止吗？好吧，感谢大家能来捧场。啊，我叫迈克尔·布隆伯格（Michael Bloomberg）。我正在竞选纽约市的第180届市长。”

如果纽约市的老百姓听说过布隆伯格，就会知道他是那位建立彭博咨询公司的百万富翁、媒体人和金融数据的巨人。像肯尼迪和布什一样，布隆伯格既没有政治背景，没有战争的英雄功绩，也没有为公众服务的杰出历史。他缺乏罗纳德·里根那样的沟通技巧，也没有比尔·克林顿那般的个人魅力。商业知情者爆料说他脾气很大，不容易妥协。直到最近，他还是民主党人——城市并不缺乏那些姿态鲜明，同时希望在2001年成为市长的民主党人。2001年“9·11”事件时，英雄鲁迪·朱利安尼（Rudy Giuliani）还在任上。

所以，谁给了布隆伯格信心去竞选市长？当然，对他有利的是，他有钱，可以筹资开展一场可靠的竞选活动。但是，富裕的、在政治中冒险最终却失败的人并不少见。

种种迹象显示，被安置在这种背景下的布隆伯格是以行动者模式思考。以这种思维和行为模式行事的人会制订和执行计划（运用上脑系统）、留意这些举动的后果（运用下脑系统），并相应地调整他们的计划。他们在调整计划和行动时，通常会在启动一个计划后收集到信息的基础上采取策略。根据认知模式理论，以行动者模式处事的人在那些允许他们计划、行动和预见行动后果的岗位上感到最舒适，他们经常被认为是独立自主的。他们经常以领导者的形象出现，不仅因为他们主动采取行动，还因为他们懂得如何看透他人、懂得如何利用在制订和调整计划时所获得的信息。

布隆伯格在波士顿郊区度过了普通的战后童年，从那之后，他不断地证实这种认知模式：青少年时成为一名鹰级童子军；在约翰·霍普金斯大学成为一名优秀的本科毕业生；作为哈佛大学商学院的一名学生，表现出色；作为所罗门兄弟公司的一名交易员，在早期商业活动中崭露头角。

我们可以推测，布隆伯格不仅从他的成功还从他的失败中得到教益。深陷在所罗门兄弟公司领导层战争的残酷交锋中，在当了一名十分成功的交易员13年之后，他被降职到技术支持中心——从荣耀跌落到羞辱中。但布隆伯格并没有退缩到自怨自艾里（以行动者模式思考的人通常不轻易泄气），相反，他投身到一个新的挑战中，就是当时的前沿金融计算。正是这一经历引领他在1981年建立了彭博咨询公司，这个公司彻底改革了金融信息的传递方式。

对那些在2001年6月第一次真正详细了解布隆伯格的纽约人来说，他可能只是另一个有钱的、怀抱不切实际的政治抱负、背后只有金钱支持的人。事实上，布隆伯格为了这一时刻已悄悄准备了很多年（也有不同的例子，罗斯·佩洛特在总统竞选之前就没有如此详细的计划）。布隆伯格以典型的行动者模式行事：在总结之前教训的同时，他就在计划、执行、记录后果并开始下一个步骤。

在1997年《金融时报》对他的一次采访中，布隆伯格第一次提到他的市长抱负。《金融时报》在纽约企业圈（布隆伯格也身在其中）拥有一定的口碑。采访反馈的信息是积极的，布隆伯格决定从民主党人转变成共和党人，这样反对就会弱一点。他加大公共事务的慈善捐赠，更多地参与公共事务。在纽约的种族多样化问题上，他深入研究。随着2001年6月的临近，他聘请有技巧的咨询师，并听从他们的意见。他从来不是一位具有世界水平的演讲者，但他会利用他的优势：智力、肺腑之

言、管理经验和为抱负奋斗的意愿。他明智地花钱，并在选举中获胜。

2005年，布隆伯格以20%的优势胜出对手，获得连任。这20%是纽约共和党市长有史以来最大的胜出率。城市中限制任期的法律拒绝给予第三任期的机会，但他成功地促成一项让他能在2009年再次竞选的修正案。2009年，他以超出50%的支持率获得了成功。

在1997年出版的回忆录里，布隆伯格分享了他对成功的看法。“每天，你都伴随着很多微小却令人惊讶的机会。有时你抓住一个能让你攀上顶峰的机会。多数机会，即便很有价值，却只能带你走上一小段路。为了取得成功，你必须不断积累许多细小但递增的进步（而不是指望一次性中头彩），作为一个实际问题，不断提高你的技能，付出尽可能多的时间，为接下来的几个步骤制订策略计划。然后，在实际情况的基础上，高瞻远瞩一点，并随时调整计划。”

在描述典型的行动者模式认知和行为上，这个例子是我们所能给出的一个贴切的例子。

莱特兄弟

历史给我们提供了另一个经典的行动者模式思维和行为的例子——实际上是两个人，奥维尔·莱特（Orville Wright）和威尔伯·莱特（Wilbur Wright），他们成功设计和制造了第一架飞机。

1903年12月7日，在北卡罗来纳州的基蒂霍克，莱特兄弟实现了人类最古老的梦想之一：第一次动力驱动的、可操控的、机体重于空气的飞行。然而，却很少有人知道，这对来自俄亥俄州代顿的兄弟没有接受过高中教育和任何正式的培训，却获得如此伟大的成就。

莱特兄弟对飞机的迷恋始于父亲送给他们一架玩具直升机的那一刻。这架玩具直升机以法国一位飞行驾驶员先驱的设计为基础，由软木、竹片和纸片构成，通过一根扭在一起的橡皮筋来驱动。兄弟俩一直玩着这个玩具，直到它坏掉。它坏掉的时候，兄弟俩却不苦恼：他们已开始制造属于他们自己的直升机，从之前一个模型获得的知识不断改善后一个模型。上中学的时候，两个男孩就已经显示出了行动者模式认知的典型特征：他们接受挑战，不被失败吓倒。失败不是死胡同，而是成功道路上的宝贵教训。

兄弟俩对飞行的迷恋持续到他们20多岁。那个时候，德国发明者奥托·李林塔尔（Otto Lilienthal）的人工滑翔机引起了他们的关注。当过自学成才的印刷工、新闻工作者、自行车修理工和制造者之后，莱特开始制造他们自己的滑翔机，这是通向动力飞行的关键一步。

“我们知道人类一致同意将人工飞行视为不可能性的标准，”威尔伯写道，“当一个人说‘这无法做到，还不如去学习飞翔’的时候，他在表达这件事的不可能性。”莱特兄弟拒绝接受它，他们相信自己，这种信心经常被视为行动者模式的认知特征。

1899年，莱特兄弟设计了一架双层结构的、带有一个5英尺翼展的滑翔机，飞行起来就像一个风筝。从测试飞行中获得的理解武装了头脑，兄弟俩又设计了另一架——可以承载一个人，就像李林塔尔设计的滑翔机那样。一次系统性的检查让他们得出这样一个结论：基蒂霍克最能为他们提供实验所需的广阔空间和稳定风力。1900年9月，在那里搭建好帐篷之后，兄弟俩将那架已经制造好的翼展长17英尺的双翼滑翔机从他们的代顿车间用船运送过来。他们选择基蒂霍克的另一个原因是：他们知道，在获得最终成功之前他们可能会反复失败，他们需要柔软的沙子来缓冲不可避免的迫降。他们已经从先驱李林塔尔那里吸取教训，

后者因为坠毁在柏林附近的坚硬地面上而丧生。

莱特兄弟第一次驾驶了他们新造的无人操作的滑翔机，在3个星期中不停地测试和改进他们的机械，直到相信它已经做好让一个飞行员驾驶而飞向天空的准备。威尔伯自愿并成功地完成了几次短程飞行。在这里，你可以看到这个模式。

在代顿的家里度过了冬天，兄弟俩制造了一架更大、更先进的滑翔机。1901年7月，他们将它带到基蒂霍克。大体积使兄弟俩无法立即解决新的控制问题。他们花费了整个冬天和次年的春天来试验不同形状的展翼。1902年8月，他们带着一架拥有32英尺长的展翼和一条尾巴的滑翔机返回基蒂霍克，在两人的轮流试飞中稳定了机身。数月的工作有了回报：1902年接近尾声的时候，他们准备给滑翔机添加一个发动机。

在代顿车间度过另一个冬天之后，1903年9月莱特兄弟带着“飞行者”号（flyer）回到了基蒂霍克。“飞行者”号装有两个螺旋桨，这些螺旋桨由一个蒸汽机来驱动。然而，变速器和螺旋桨轴不能有效运行，兄弟俩不得不再次修改他们的设计。12月14日，威尔伯控制“飞行者”号进行试飞，但飞向天空的角度太偏。“飞行者”号几乎立刻就失去了控制并坠落在沙丘里。

经过三天的修理，随后轮到奥维尔试飞。向上飞行的角度不是那么偏了（学到的另一个教训），大约飞了120英尺。

“这次飞行只持续了12秒，”奥维尔之后写道，“然而，在世界历史上一个载人机械首次在全程飞行中通过自己的动力将自己升上天空，没有减速地向前飞行，最后着陆在和起飞时同样高的地方。”

长期的试验、失败中的坚持和学习有了回报。成功最终属于他们。

丽萨生活中的一天

莱特兄弟和迈克尔·布隆伯格这些著名人物的例子解释了以行动者模式行事是怎么一回事。你或许认识其他一些也适合这种描述的人：引领美国走出大萧条时期和第二次世界大战的总统富兰克林D.罗斯福（Franklin D.Roosevelt）；两次荣获诺贝尔奖的玛丽·居里（Mary Curie）；比尔·法兰斯·乔治（Bill France Jr.），他将全国运动汽车竞赛协会从区域性的活动扩大到今天全民流行的运动；阿尔文·艾利（Alvin Ailey），她创建了一种新型的舞蹈团；牧师西奥多·海斯柏格（Theodore Hesburgh），在任期内他为圣母大学带来了国际声誉；奥普拉·温弗瑞（Oprah Winfrey），尽管麻烦的童年给她带来劣势，但她还是建立了历史上最成功的脱口秀节目和一个媒体王国。

但是，行动者模式在日常生活中是如何发挥作用的？请看丽萨的例子，她是我们虚构的一个人物：一个30多岁的通常以行动者模式认知和行动的妇女。

丽萨在一个农场长大，但在高中期间她觉得农业并不适合自己。她上了大学，主修市场营销。在几次旅行和各种适合新手的工作之后，她在一个技术大公司里谋得一份工作。她开始晋升为资深网页开发者，但依旧胸怀大志，或许有一天，她想开设自己的公司。她不缺少朋友，最近几个月里和一个名叫泰伦的男人开始交往。他们没有住在一起，但每个周末都会见面。总之，她的生活看上去很好。

周四，丽萨早上五点半起床，比平时早了一个小时：上午10点钟左右她要做一场关于她为客户所设计的新网页的演讲；她打算提早到公司进行最后的练习。但是，她必须先到药店去取她昨晚所预约的过敏药物处方。她快速地穿好衣服，吃过早餐，穿过三个街区最终来到药店。目

前为止，她上脑的优势出色地为她服务。这一天似乎就如计划那样缓缓地拉开了序幕。

丽萨走向处方柜台的时候，她看到了一些她认为将很快会用到的物品。为了不用再跑一趟，她边走边拿上它们：洗发剂、指甲油、防晒霜以及为她和泰伦这周末的皮艇运动准备的杀虫剂。包括她的处方在内，全部物品一共花了42美元。她在口袋里摸到了她的小笔记本，但却不见钱包。这时，她才想起钱包遗落在厨房的灶台上。（行动者模式并不保证会有一个好记性。）

丽萨暗暗诅咒自己太过匆忙，并迅速地考虑该怎么办。她认识药店经理（他可能会同意她短期赊账），但此时他还没在店里。她可以将物品放回货架上，等另一个时间再来购买。但她真的不想因为没有过敏药物而整天都在吸鼻子。她可以打电话给泰伦，他就住在附近，但泰伦不是一个早起的人，即使他真的可以帮她脱离困境，也是极不情愿的……无论如何，他永远都这样。所以，丽萨向店员道歉，希望在她回家取钱包的时候能保留她的物品。返回的路上，她得出了一个对未来有益的教训：仓促的行为会导致遗漏某些重要东西的危险。

丽萨投入工作的时间比希望的还要晚，但她知道总是惦记药店里的耽搁会影响她的演讲，所以就让这件事过去了。同样，尽管她平常都会在早上喝杯咖啡，但她知道过量的咖啡因会让她紧张，所以她放弃了星巴克。相反地，她核实了前一个晚上的信息，之后找到了一个空房间，然后匆匆地排练一遍她的演讲。

会议准时开始，丽萨已经做好准备。演讲很顺利。结束时，丽萨倾听了同事的评论。她特别留意的不只是公司总裁，还有坐在房间角落的人——性情温和的绘画艺术家罗伯。罗伯建议稍微修改一下登录页面的

一个特征，让最重要的按钮比其他按钮更醒目。这是一个好建议，而丽萨没有想过这一点，她没有异议，同意将这个修改添加到最后的设计里。她爽快地接受了罗伯或公司总裁的指导——罗伯经常以感知者模式处事；公司总裁和她一样，都习惯以行动者模式进行思考。经验教会她不管一个好想法来自何方，遇上时就应该学会欣赏它。这是下脑的专长：承认好想法就是好想法。下脑擅长分类和解释；一部分这样的处理将新信息与环境联系起来，在更大的格局下对这些信息进行评估。

临近中午的时候，丽萨感觉很好。她离开办公室和约翰一起吃午餐。约翰是她的大学老朋友，如今是一名风险投资家，正在一个小镇出差。几个星期以来，丽萨一直期待和他见面：他们最近都是通过电子邮件和Facebook联系的。她在一家喜欢的餐馆预订了一个好位置，但她需要开车穿过小镇才能到达那里。让她失望的是，路上堵车了，她意识到会迟到。幸运的是，她事先就考虑到这种状况，所以在最后交换Facebook账号时要了约翰的新手机号码。她打电话给约翰（他表示很理解），之后又打给了餐馆，让服务员保留她的座位。（这是非常典型的行动者模式认知：留意到计划中的小失误，相应地对计划进行调整。）丽萨最后来到餐馆时，很高兴地看到约翰坐在餐桌边上，他们相聚的第一分钟的情景的确是她期待的：一场愉快的交谈，有笑声点缀，让这份愉快补偿了他们忙碌的生活。但真实情况却是，约翰很压抑。丽萨所了解的约翰一直是一个稳重、平和的人，但现在他明显遇上了麻烦。然而他却没有说出原因。

在观察约翰的身体语言、倾听他努力拉家常的时候，丽萨衡量着是否要说些什么或假装一切如常。她和约翰只算点头之交，所以她觉得假装一切都很好或许是明智的选择：她可以礼貌地用完午餐，之后可能通过一封电子邮件和他联系。但约翰是一个年老的、值得一交的朋友，所

以她决定说出口。她谨慎地选择词句，密切关注约翰的反应。她的上脑系统正为某个特定目标制订和执行一个计划（总体上，下脑系统不仅对约翰的话进行解释，还对他的表达和身体语言进行分类）。下脑系统将它的评价传递到上脑系统，利用这些信息调整计划（所以，丽萨可能会在说些稍微严苛的话语之前就会打住，用一些更加积极的话语来代替）。上脑和下脑系统的合作非常良好。

“如果我触犯到你的隐私，那么请告诉我，”她说，“但是，是不是出了什么问题？”

“没有。”约翰说得一点也不令人信服。

“如果真的出了什么事，”丽萨说，“你知道，如果我可以的话，我很乐意去倾听和帮助你。”

“真的什么事也没有。”约翰说。

就在丽萨准备放弃这个话题时，约翰却道出实情。他十几岁的孙子因为抽大麻而受到学校的停学处分，现在，这个上高中三年级的男孩却想退学。丽萨的上脑优势让她立刻制订了几条可行建议：用某些奖励来激发男孩的积极性；用某些后果来吓唬他；咨询学校的指导顾问或少年调查官；等等。但是利用下脑的专长，她意识到约翰话语、面部表情和身体语言的含义，从而得出这样的结论：他并不需要建议，他只是想让某个人来倾听。丽萨正是如此做的，直到午餐结束。分别时，他们承诺要保持密切联系，丽萨随时可以提供宝贵时间，因为约翰需要她的倾听。

回到办公室，丽萨看到贴在她电脑上的一张便条：总裁希望马上见到她。原来一个高端客户要求修改他的公司网页，而且他希望时间定在

今天下午。总裁相信丽萨是这份工作的最佳人选。

“可是下午我要对新网页进行最后的调整。”丽萨礼貌地说，谈及她早上演讲的主题。

“将它往后推一下。”老板说。

丽萨觉得这个要求不公平：一些有能力的同事也能胜任这个高端客户的突发要求。而且，据她所知，他们不像她那样需要完成一个新网页。她计划好的下午将会被毁掉，但她下脑的专长促使她衡量拒绝的后果。她推断，新网页的客户不是很着急，他们或许可以等到明天早上。她提醒自己在稍后几天和总裁讨论人员配备的问题，然后接受了这个新任务。她给新网页的客户发了一封电子邮件，承诺在明天结束前给他们发去新设计。为了可以完成新设计，她第二天还要再次提早来公司。

在这天结束前，丽萨完成了新任务。在回家的路上，她接到了泰伦的短信。他用一个笑脸图案和多个感叹号清楚地表达今晚要看一部特别的新电影的激动。丽萨已经看过电影简介和预告片，但没有任何兴趣。打电话给泰伦的时候，她发现他真的很想看这部电影。丽萨建议看另一部他们讨论过的电影，但泰伦（经常依赖刺激者模式）没有做出退让。丽萨的反对不如泰伦的热情那般强烈，所以她同意了。丽萨知道这是一个好策略，因为她知道如果每一次和泰伦意见不合时就大吵大闹，泰伦有时可能还会占上风，这将激励他以后在两人意见不合时更坚持己见。丽萨意识到，如果她只有在情感很强烈的时候才坚持自己的立场，泰伦会认识到她的反对绝对也是认真的。此外，丽萨也没有那么强烈地不想去，所以，她可能最后也会很快乐——但愿看完电影之后，他们的讨论也能令人愉快。事实上，当他们在隔壁酒吧喝酒时，确实感到很快乐。

稍晚的时候，当丽萨穿着睡衣裤坐下时，她在思索她的生活方向，

她会定期重新审视。最近，她总是没有灵感；“空虚”并不能准确描述这种情绪，但她的确在思考自己是否缺少什么。是她的工作吗？她的薪酬很高，总是很有成就感，但她不能完全掌控所有的事情，今天和总裁的争论就是一个例子。或许她需要更加认真地创办自己的公司了，或者留意另一家正在招聘新总裁的公司。也许是泰伦？他们确实都很享受彼此的陪伴，但这是持久的爱情吗？泰伦最近已经在说同居了，甚至可能在某一天就谈到结婚。

丽萨想要寻找自己的灵魂，但她不会鲁莽行事。和泰伦在一起，她已经预见到下一周和下个月的日子是什么个样子。至于工作，她决定开始搜索Monster.com这个网站和其他可能找到有效机会的网站。最终完成新网页之后，她将打电话给约翰这位风险投资家朋友，和他讨论创办自己公司的事情，他不仅可以提供合理的金融建议，还能将他在微软行业的人脉介绍给她。综合所有的因素，她开始形成一个计划，在前进的过程中对它进行调整。她意识到她可能将再次得出结论，考虑到所有因素，至少在短期时间里，她最好的选择是继续待在现在的公司。

睡觉时间临近。丽萨知道，刹住思绪的时间到了。她泡了一杯甘菊茶，将轻柔的爵士放进iPod，很快就昏昏欲睡了。她轻易就进入了梦乡。

如我们所强调的，没有一种模式总比另一种优越，也没有一种模式在所有情况下都是理想的。根据我们的理论，以行动者模式行动会有明显的优势。你通常是自己命运的船长，也是自己处境的掌控者（至少它们允许）。如果你在一种特定情境下善于运用行动者模式，其他人在这种情境下应该会将你视为领导者而求助于你。

但以行动者模式行事也有缺陷。如果你不能恰当地采取行动，或许

因为你没有与这些情境相关的充足经验，就会轻易冒犯他人。当然，如果你能有效地运用行动者模式，就可以依据所发生的事情来调节你的行为，但工作实践并不会对所有情况都有效。而且，以行动者模式行事让人筋疲力尽！你需要仔细观察周围的环境，制订计划，按照计划行动，考察结果，相应地进行调整。这些都要花费精力。有时，这根本不值得；有时，一杯甘菊茶就是明智的选择。

在第10章里，我们会思考另一种认知模式，它也有属于自己的优势和劣势。

第10章　感知者模式

19世纪的诗人艾米莉·狄金森（Emily Dickinson）是表现感知者模式特征的恰当例子——以这种思维和行为模式行事的人喜欢深入观察和分析他们周围的情况（运用上脑系统），但往往不会实施复杂又详细的计划（运用下脑系统）。

狄金森出生于马萨诸塞州一个富裕家庭，是一个具有音乐和艺术天赋的认真的学生。她接受传统教育，接触到诗人华兹华斯、朗费罗、爱默生和梭罗的作品。但周期性疾病中断了狄金森的学业。上了几个月的大学之后，她隐居在家。她没有事业进取心，每天过着自己的生活，偶尔和朋友娱乐一下，多数时间都在阅读和写诗，但她并不努力去发表这些诗篇。随着时间的流逝，狄金森越来越隐遁，偶尔也会和一些人进行书信往来。她的生活缓缓展开，没有外在的应酬但拥有许多个人时间，对那些经常反省的人来说不异于一种馈赠。

根据认知模式理论，习惯依赖感知者模式的人在那些要求成为敏感观察者、建议者和评估者的岗位上感觉最舒适，狄金森也是如此。她似乎没有尽可能地运用上脑系统，如拟定复杂和详细的计划（尽管为了诗意地描写和阐释她的遭遇，她的确运用了）。当她确实依赖上脑系统来制订计划时，如每日需要照顾患有慢性病的母亲时，她并没有制订详尽的、有步骤的计划，也没有依据她的观察对计划进行调整。显然，她每天起床，然后做那些她觉得有必要的事情。除了这些，她的时间完全属于自己。

狄金森是一个忠诚的园丁，她拥有她的鲜花、蜜蜂和蝴蝶，从中采撷的思想贯穿了她的诗篇，她很珍惜她的时间。孤独适合于她写作，但

她从来不是一个真正的隐士。即使在她极少欢迎访客的时刻，她依旧保持与外界的联系，如向某些信任的朋友请教，特别是作家莎拉·亨廷顿·吉尔伯特（Sarah Huntington Gilbert），她嫁给了狄金森的哥哥。狄金森和吉尔伯特长期保持通信，1886年，吉尔伯特为这位诗人写下了讣告。

或许这并不令人惊讶，狄金森如饥似渴地阅读，她写出的有关大脑的诗篇引起19世纪美国人的兴趣，在某种程度上是因为菲尼亚斯·盖奇的大肆宣传和颅相学的广泛流行。在诗篇632（狄金森没有给她的诗篇写题目）里，她用抒情的笔触描绘了大脑的力量：

头脑——比天阔——

因为——把它们边靠边——

一个能把另一个容纳

多轻易——把你——也包含——

头脑比海深——

因为——把它们盛下——蓝对蓝

一个能把另一个吸收——

像海绵——像水桶——一般——

然而，沉默并不是狄金森持久不变的热情；她发现最伟大的主题在于观察自然、在于四季和日夜的更替、在于生命和死亡的轮回中。这也表现出某些以感知者模式为主导型认知和行为方式的人的特征。在狄金森关于自然世界的上百首诗篇中，我们发现这一点出色地体现了她的天赋和智慧，据推测，这是从她对下脑系统的运用中逐渐收获的。

不——自然就是天堂——

自然是我们听到的声音——

长刺歌雀——海洋——

蟋蟀——雷霆——

不——自然就是和谐——

自然就是我们熟知的一切——

但又没法予以说明——

对于它的单纯

我们的学识何其无能。[7]

阐明世界的意义

认知模式理论让我们认为，以感知者模式为主导型模式的人通常会过着宁静的生活，像狄金森那样。尽管在生活中他们的确运用上脑系统将下脑系统传来的信息组织成连贯的叙述，（在一定程度上至少）制订计划并勇往直前，但他们往往不能制订和调整复杂又详细的计划。然而，因为他们能够有效地运用下脑系统，所以总是努力弄懂他们经历的意义，并尝试明智地做出应对。拥有这些经验，这些人就能成为智慧的典范。

如果这项理论是正确的，那么，习惯以感知者模式认识和行动的人一般不会追求名誉。尽管如此，一些没有野心勃勃地追求名誉的人却依旧取得巨大的成就。历史表明，帮助人们理解人类存在意义的精神领袖

和宗教人物可以吸引大批的追随者。即使没有为谋私利而进行宣传，他们的观点也足以让人折服。

在我们的时代，某宗教的首领很符合这种描述。像狄金森一样，他的例子说明主导型思维模式似乎在很大程度上归功于外在因素（后天的，而不是先天的）：两岁的时候，这个生长在一个朴实农场家庭的儿子被判定为宗教领袖。他在6岁时就被送到一个宗教场所里。“主要主题是逻辑、艺术和文化、梵语、医学和宗教哲学。”他后来写道：诗歌、音乐和戏剧属于辅修科目，可以完善他的学识。23岁时，他接受最后的考验，光荣地通过考验，在佛教哲学中取得相当于博士学位的成就。如果他不得不在这种特定情况下制订复杂又详细的计划来获得成功，那么，这些成就或许证实了以感知者模式处事的能力。

尽管他将自己描述为“一个简朴的佛家弟子”，他的教导却并不简单，甚至超越了宗教。该领袖从未通过制订计划、采取特定行动的方式来追求“成功”（某些通常以行动者模式处事的人大获成功，如布隆伯格市长）和改变世界甚至别人的思想。相反，他的思维和行为很好地解释了“通常依赖和允许下脑系统来推动上脑处理（形成叙述）”的结果。他似乎尝试阐释他的经历、观察、阅读和学习的意义。

我们的目的不是探索他的教导，而是关注当一个人可能习惯以感知者模式处事、终其一生努力寻找意义时的智慧深度。

有人或许会争论说，相对于那些通常以其他三种模式中的一种进行思考的人，习惯以感知者模式进行思考的人更适合从更深的角度来理解人类的存在。“我们可能会分享各种幸福，而承受这两种主要的痛苦：精神上和物质上”，该宗教领袖在《慈悲和个人》（Compassion and the Individual）写道：

在两者中，精神对我们多数人的影响是最大的。除非是患上严重疾病，或是缺乏基本的必需品，否则我们的物质条件在生活中发挥次要的作用。如果身体得到满足的话，我们几乎会忽略它。然而，精神会记录每一件事，不管它有多么微小。因此，我们应该努力将大部分的精力贡献到精神平和的事业上。

从我自己有限的经验来看，我发现内心最高层次的平静来自爱和慈悲的发展。我们越关心别人的快乐，我们感觉越幸福。

根据我们的理论，习惯依赖感知者模式的人可以每天将这种认识运用到他们的家庭、社会关系和工作中。

移情的汉娜

感知者模式认知通常不会产生果断或突发性的举措，或强迫依赖它的人因为有所成就而贪图名誉。根据我们的理论，习惯依赖这种认知模式的人通常会住在世界的安静一隅。狄金森在世时，她的天才并不被世人认可。但运用这种理论的某些人似乎能够受到广大公众的关注。著名摄影师安妮·莱博维茨（Annie Leibovitz）也恰好符合这些要求。一些小说家也是如此：菲利普·罗斯（Philip Roth）、托妮·莫里森（Toni Morrison）和艾丽丝·沃克（Alice Walker）。

我们多数人并不生活在这些作家和精神领袖的世界里。看一下汉娜的例子，这个我们虚构的人物：一个50多岁的通常以感知者模式认知和行动的妇女。

在家里6个孩子中，汉娜的年龄是最小的。她的母亲是一位艺术家，父亲在一个大型教育部门担任首席政策分析师。作为这个大家庭最

小的孩子，汉娜很早就学会仔细观察身边的人和物，只有在她觉得已经认清情况时才会采取行动。父母都很珍爱书籍，所以对她来说，阅读似乎具有天然的吸引力。她是一个安静和有礼貌的学生，通常都会获得B成绩，她对这些成绩很满意，尽管她知道自己可能会做得更好。高中的时候，汉娜在图书馆找到了自己的“避难所”，让她远离青少年生活的混乱。所以在毕业的时候，她理所当然地成了一名图书馆管理员。她在一个阅览室工作，和一个好人相爱，生了两个孩子，孩子现在都已经上大学了。

将孩子抚养成人之后，汉娜继续她的全职工作。这个星期六轮到她值班，但图书馆要到中午才开门，她有足够的时间去购置食品杂货。丈夫里克是一名环境法学律师，有时他建议她在网上购物（送货上门可以节约时间），但汉娜更喜欢实品店，她可以在货架间溜达，在核实购物单上的货品时思考是否购买其他物品。里克今天打算去打高尔夫球，在一顿闲适的早餐之后，两人分头行动。他们商量今晚观看一场戏剧演出（里克收到别人赠送的门票），下午会合的时候他们还要继续讨论一下。

果然，汉娜在食品杂货店有了新发现：活的龙虾，这个店很少出售。和海鲜部门经理讨论蒸煮龙虾的最佳方法之后，她买了两只。或许今晚就和里克一起享用，如果不是今晚，那就是星期天。汉娜买完东西，在排队结账时却发现没有带钱包。她把手推车放在一旁，回到她的车里也没有找到钱包。她模糊地记得在卧室桌子上见过它，不知道它是不是还在那里。幸运的是，她认识店里的经理；她从车里返回杂货店，要求见一下这位经理。经理了解她的情况，同意给汉娜提供非常短期的赊账。汉娜提着她的物品回家，找到了钱包，返回店里，付了钱。

汉娜离开杂货店后直接回图书馆，中途却要经过一个施工现场。在

重型设备摧毁一幢楼的时候，街道暂时被封锁了，这样，实际上她身后的车辆也把她堵住了。她思索自己是怎么陷入这种困境的，尝试弄懂它的可能意义——临时的耽搁、封锁时间延长、集体等待警察的调节。但是，她非常不习惯运用上脑系统来解决这种难题，她没有制订计划来脱离困境，例如让身后的车移到路边，然后尝试组织后面的车辆往后退。汉娜意识到，她的问题会给那些想要进入图书馆的老主顾带来麻烦，会让他们久等。她希望能快点回到工作岗位上，但她只是耐心地等待警察来清理街道。她的下脑系统并不容易拟定复杂的计划来解决棘手的问题。她只是接受了她的处境。

她勉强能够准时上班。图书馆准备开门时，主任在咨询台找到她。主任又在唠叨他的不幸：最近的预算削减迫使他解雇了一名助手，助手的职责包括维持图书馆博客的运作。主任说，每个人都要接手他留下的工作，并将博客的职责分配给汉娜。汉娜认真地倾听，点头表示理解。毫无疑问，博客是一种重要的交流工具，但她知道维持它的运作需要花费很大的精力。她也知道她不会因此涨薪。这似乎并不公平。主任感觉她有异议。汉娜说她会在之后几天考虑这个问题，或许会给出一个妥协的答复。也许可以几个人来分担博客的职责；但在制订这个计划或得出其他任何结论之前，汉娜需要（运用下脑系统）再三思考。

顺利地度过下午的时光，直到三点半，闭馆前一个半小时的时候，莎莉（一个友好的朋友和邻居）托辞在有机饮食习惯上需要帮助——因为营养学家的工作，她制订了这个计划。图书馆几乎没人了，所以她们有很多时间来闲谈。汉娜认真观察莎莉的举止，很快推断出莎莉有烦恼。汉娜给莎莉时间来倾诉，而不是马上打听她的隐情。莎莉却没有这么做。时间在双方勉强的聊天中过去，汉娜觉得与其沉默，还不如开口询问。

“你看上去很不开心。”汉娜说。

“是的，”她的朋友回答，“我被诊断为轻度抑郁症。”汉娜并不惊讶：通常以行动者模式行事的莎莉最近得知她年老的母亲处在阿尔茨海默病的早期阶段。

“我很抱歉，”汉娜说，“这对你来说一定很艰难。”

“抑郁，”莎莉说，“在所有人中，偏偏落到我头上。”

汉娜拥抱了莎莉。她深有感触，因为她在父亲连续中风之后就失去了他。莎莉提议她们下周一起吃个午饭，汉娜答应了。这个周末，她将会思考莎莉的问题，重读一些有用的书籍（其中的段落），在网上搜索关于抑郁症的资料。她将打电话给莎莉让她去核实；再聚的时候她将会安慰她，给她出主意。汉娜出色地运用下脑系统：她不仅可以将莎莉的情况放到情境中来理解，还懂得如何将她相关的经验适用于当下环境。她的下脑系统有效地激活了相关的记忆，事先就让她采取适当的行动。

汉娜将车驶进私人车道时，里克打完18洞并已经回到家了。他真的很想观看那场戏剧演出，他的同事一直在谈论它。汉娜读过的评论都是负面的（“它平庸乏味，已经是非常仁慈的了”，她一直记得这句话）。但里克在以行动者模式进行一周的律师工作之后通常会在周末运用感知者模式，经常会想出很多点子来找乐趣。汉娜对休闲活动往往不会有很多想法，却很高兴考虑里克的点子——和平时一样疯狂（这通常会让她开心）。当里克催促着去观看戏剧演出时，汉娜发现自己还在疑虑，还有哪些戏剧演出可以如此糟糕？好吧，也许有——如果它真那么糟糕，哦，她也许会被逗乐。而且，从更大的方面来看，和所爱的男人一起度过两个小时，好吧……是和所爱的男人一起度过这两个小时。所以她去了，毫无怨言。结果是，这个演出真的确实很糟糕，里克也（有点不好

意思地）赞同这个观点。开车回家的路上，他们一起分享快乐。

深夜，里克躺在床上，轻易就入睡了，而汉娜却很清醒。她对她的生活基本满意，但莎莉妈妈的病情重新让她模糊地感觉缺乏成就感，这种感觉来自她父亲生命的悲伤结局。汉娜很快就60岁了，5年之后就到了退休年龄；她的孩子是年轻的成年人，有属于自己的生活。她一读再读《一辈子做女孩》（Eat，Pray，Love），即使她的婚姻没有什么大问题，但她能够感受主人公对投入新激情的渴望。她是不是太墨守成规？难道年龄已经在不知不觉中影响了她？她并没有打算突然改变一切。睡意降临的时候，她决定另外抽出时间再考虑这个大问题，通过阅读，通过和她的丈夫、莎莉、另一个好朋友玛奇（一个社会工作者）的交流。

以感知者模式认知有它独特的优势：你可以退一步掌握全局，花时间来理解身边发生的事情的意义。如果你擅长在一种特定的情况下运用这种模式，其他人将很快就会向你求助，向你请教好的建议。然而，如果你遇到麻烦，也许因为你缺乏能适用于当下情形的丰富的相关经验，你可能做不了什么。

认知模式理论颇让我们期待。对个人而言，以感知者模式处事通常很有吸引力，令人很满意。你专注于理解，而不是在压力下被迫利用学识来做点什么。你经常为了知识而追求知识，享受你身边的世界。有时你活在当下，而这通常是个很好的状态。

然而，这种模式存在一个潜在的缺点，即它可能让你有点消极。你或许会花很多时间来思考，以至于迷失在思绪里。如果你依赖上脑系统多于下脑系统，可能会产生这种后果，但不必然产生。不过，你还是可以运用上脑系统，勇往直前，但你往往不会有非常精细的计划。

在第11章里，我们将思考一种可能以截然不同的行为为基础的认知模式，它也有属于自己的优势和劣势。

第11章　刺激者模式

当人们以刺激者模式认知和行动的时候，他们通常会运用上脑系统来拟定和执行计划。但是，他们并没有充分地运用下脑系统，所以总是不能恰当地记录按照这些计划行动的后果。

社会运动

我们可以引用一位著名历史人物的例子，他的生活和行为可以阐释刺激者模式。反战活动家艾比·霍夫曼（Abbie Hoffman），死于1989年。对普通观察者来说，他火焰般的生活方式可以说是很耀眼的，霍夫曼似乎总是在生活中横冲直撞。在他的自传里，霍夫曼描写了他从童年就开始一直寻找新的冒险，不管后果如何。

“我是个保龄球疯子，”霍夫曼写道，“对我来说，一天玩25场并不算什么。我11岁时就成为邓肯悠悠球冠军。我可以在跳下跳板后翻一个半筋斗。在篮球场像个兔子那样活跃。在足球运动中表现出压倒一切的勇气。在大学里是网球队队长。”从布兰迪斯大学毕业之后，霍夫曼被加利福尼亚大学伯克利分校的研究生院所录取，研究心理学。“我的论文是关于巫术，”他写道，“在实验心理学中，其他人都在尽职地记录‘皮肤电反应’（galvanic skin response）、用电刺激老鼠的时候，我正在模拟压力条件下研究超感觉力（ESP）。他们期望出现另一个B.F.斯金纳（B.F.Skinner），而我半路却走向了尤里·盖勒（Uri Geller）。”

离开伯克利分校并取得全国性成就之后，霍夫曼依旧经常举止古怪，至少对普通观察者来说是这样。但躲藏在这个公共形象背后的，是某个制订详尽计划实现目标的人，换句话说，霍夫曼的种种迹象表明，

他能够有效运用上脑系统。但所有的报道显示，他通常无法记录他的行为后果，也不能相应地对计划进行调整。所以，他似乎没有像本该那样地运用下脑系统。

想想他在1967年那场变成一股激流的反抗运动中的行为吧。那时，美国正被日益失去民心的越南战争所折磨。作为青年国际党（即“易皮士”Yippies）的共同创始人，霍夫曼组织游行、静坐和示威。到1967年10月，他深入参与在林肯纪念堂里和五角大楼外面举行的两日活动计划。准备活动还包括申请许可证，许可证限制示威的时间为32小时。最后期限到来时，组织者实现了最初的目标：他们的事业蔓延到了全国。许多人开始离去，但霍夫曼和其他人一直待到第二天早上，然后被逮捕了。反抗活动已大获成功，逮捕这些组织者似乎已经没有意义了，但对霍夫曼本人来说却意义重大，因为他的时间最好花费在制订下一步计划上，而不是浪费在摆脱刑事麻烦上。霍夫曼长期而全面地参与了反抗运动，所以他已经反复品尝过潜在后果的滋味，但他的行为就像那些没有充分运用下脑系统的人一样（做事不考虑后果）。

那些更加充分运用下脑系统的人也许能够对情形进行分类和解释，并受益于他之前的经验。下脑处理的一个关键点是获取相关的储存记忆。对某些东西进行分类的纯粹行为可以让你获取这些记忆，这样，你就知道一个有疤的苹果暗示着里面长有虫子（尽管你看不到虫子），知道阴天可能需要带上一把雨伞。你之前遭遇过这些事情，并在记忆里储存了它们所发送的信息；当你再次遭遇它们时，下脑系统获取这些储存记忆，并将它们运用到当下情况。霍夫曼的例子很好地说明了一些人不能像本该那样受益于下脑的这种处理。

1968年是总统选举年，霍夫曼在策划重大示威运动中再次运用上脑系统发挥了核心作用。那年春天，纽约市举行了几场示威运动，而8月

芝加哥那场是最浩大的。民主党在8月召开了他们的全国大会。大会召开前的几周里，霍夫曼监督生产上万份传单、海报和徽章，鼓励反战者加入他的芝加哥队伍。他帮助协调新闻报道工作，与演讲者和音乐家碰头。他主持每周的会议。“我们整日整夜都在组织。”他随后写道。显然，他能够拟定缜密的计划。

霍夫曼的工作获得了成功：8月28日那天，当民主党将休伯特·汉弗莱（Hubert Humphrey）提名为他们的总统候选人时，无数人都在现场。全世界的记者都来了，霍夫曼已经拥有最大的平台，即发表有力声明的一次机会。但是，他是否想过在那个早上用口红把脏话写在额头的潜在后果吗？可能没有。然而，其他人可能已经预测到这个后果：警察逮捕了他，将他拘留13小时。霍夫曼错过了那场成为20世纪60年代里一场神圣抗议的示威活动，他作为芝加哥七君子的一员接受了审问，这场漫长的法院庭审成功地将他从活动领导人的位置上拉下来。

在霍夫曼剩余的生命里，多数时间都是重复的：新计划没有吸取那些本可以从之前的经历所获得的教训。不过，如果霍夫曼能够至少在一定程度上改变他的主导型认知模式，对他生命后期的评论就会变成我们所期待的那样。在东躲西藏、费尽心思地应对环境一段时间后，他写道：“这是难以置信的，但作为一个逃亡者，我已经见识了普通人的生活方式，让我意识到我在过去真是错得离谱。我也有所成长。你知道年轻和身不由己是怎么一回事。我想重返校园，学习如何为社区增光……年龄带来伤害，却也传授智慧。”

在之后的岁月里，种种迹象显示，他至少在某些时刻已经提升了以感知者模式认知的能力。

一直做她自己

在我们可以用来描述以刺激者模式处事为特征的当代例子中，有什么例子比曾经的副总统候选人、前阿拉斯加利福尼亚州长、从未在美国文化上消失过的萨拉·佩林（Sarah Palin）更有说服力？

不管人们怎么看待她的政治学，几乎没有人会怀疑，佩林正是通过拟定和实施计划在生活中勇往直前，但似乎和霍夫曼一样，她经常无法充分考虑后果、相应地对计划做出修改。对某些人来说，“真实”表现是她的魅力之一，这和奥巴马这些通常以行动者模式处事（有时会运用感知者模式，这让他的支持者大为失望，因为可能会将他们置于被动地位）的政客形成鲜明的对比。

2008年总统竞选时，佩林被共和党推荐为参议员约翰·麦凯恩（John McCain）的竞选搭档。因其随和的、提倡削减财政预算的保守派表现，她立即受到人们的关注。那些对浪费纳税人金钱的政客感到厌烦的选举人纷纷称赞这位减少阿拉斯加利福尼亚建设支出、出售州长的喷气式飞机和拒绝酒店费用补偿的领导人。考虑到种种因素，许多人都以为佩林在服装方面也会很节俭。然而，在竞选期间，她和家人接受了价值15万美元的设计服装和来自内曼·马库斯（美国高端百货商店）、萨克斯第五大道（美国精品百货店）和布鲁明戴尔（美国著名的连锁百货商店）的配饰，并沉迷于昂贵化妆品，这种疯狂挥霍的行为与她在凯马特（美国零售公司）购物的母亲形象大相径庭。共和党全国委员会承担了所有的账单。

她没有预料到这必然会有争议吗？她没有从其他那些在外表上大肆消费的政客身上吸取教训，尤其是民主党人约翰·爱德华（John Edwards），一年前他那价值400美元的高调发型就毁掉了他的总统抱负。面对这些因奢侈造成的后果，佩林或许已经迷途知返，开始将争议抛到脑后；她应该承认错误，不再穿由设计师专门设计的服装，然后继

续前进。但是，花了差不多一个星期时间才让批评声消散，佩林才解决她所谓的“整个服装事件”。她在选举前的第10天说：“我穿回自己的衣服，它们是从我最喜欢的位于阿拉斯加利福尼亚安克雷奇的寄售商店买来的。”但损害已经造成。根据CNN发起的一项民意调查显示，尽管这不是唯一的因素，但她的时尚“丑闻”已经影响了她在民意调查中的声望，因为人们对她领导能力的评价下降了10个点。

再看看佩林的另一个争议。2010年3月，她在Facebook上贴出一张图片：枪十字准线瞄准民主党国会议员。这么做的原因是内心的挫败（表面原因是他们支持奥巴马的医疗保健改革）。被瞄准的几个人不是已经接到死亡威胁就是已成为故意破坏罪的受害者。亚利桑那州众议员加布里埃尔·吉福兹（Gabrielle Giffords）是其中一员。以行动者模式或感知者模式处事的人可能预料到这个帖子会不断地给自己带来麻烦，然而，2011年1月8日，强烈反对这个帖子的吉福兹悲剧性地被枪击了，而佩林的十字准线依旧出现在网络上。以行动者模式或感知者模式行事的人可能会迅速地承认错误并作出道歉，佩林却没有。相反，5天之后，当吉福兹陷入由药物引起的昏迷、是否能挺过来还是个问题的时候，她贴出了一个视频，在视频里谴责媒体针对这次枪击的报道。

“尤其是在这个悲剧事件发生的几个小时里，新闻工作者和权威人士不应该制造一场血祭诽谤，而这场诽谤只为煽动他们所声称要去谴责的仇恨和暴力服务。”佩林说道。再次，她似乎不能考虑到她的行为后果。许多人对她使用“血祭诽谤”这个词感到不快，这个词语在历史上是用来反对犹太人的（吉福兹是犹太人）。在十字准线争议上，佩林只是加剧而不是减轻其行为后果。

无论佩林的意图是什么（希望身陷争议，还是只希望依据她的信仰来行动），她往往像那些以刺激者模式处事的人一样行动。

“我是第一个说‘要么振作要么身陷困境’的人，”佩林在她的自传《我行我素》（Going Gogue）中写道，“你可以选择如何应对情况。”

确实，人们可以选择如何应对环境。但选择可以被之前行为的后果所影响，但佩林似乎经常不能吸取这些教训。在自传的结尾，她给出了她的建议，这些建议包含了制订和执行计划的需要——却没有回答当人们按照这些计划行动却得不到满意的结果时，应该怎么办。

“前路不是抵抗就是战斗，”佩林写道，“向国会挺进。给编辑写信。竞选地方政府的职位。你从来不知道它可能将你带向何处。”

或许这些都是正确的，但在刺激者模式里，如果你的计划脱离正轨，你通常无法思考该如何调整它们。有时，这会成为前进道路上的障碍。

安迪，广播台那个家伙

许多杰出人物的例子也能体现以刺激者模式认知的特征：歌手和作曲家科特妮·洛芙（Courtney Love），多次将她的乐队带向成功，但她的生活却始终不受控制；泰格·伍兹（Tiger Woods）似乎经常在他打高尔夫球的过程中，而不是在私生活里运用果断的行动者模式。脱口秀节目主持人格林·贝克（Glenn Beck）不管会产生多么消极的后果（包括他的排名下降，导致福克斯新闻放弃了他），都没有改变对阴谋推断论的迷恋。另一方面，喜剧演员史蒂芬·科拜尔（Stephen Colbert）利用刺激者模式的表现来彰显他的优势，而他许多创新形式似乎也受益于这种模式。

让我们从名人世界回归正题，看看安迪这个我们虚构的人物：一个

40岁左右的习惯以刺激者模式认知和行动的男人。我们认为他的例子可以生动阐明刺激者模式的本质，以及缺陷和优势。

安迪3岁的时候，父母就离婚了。母亲抚养他这个唯一的孩子，在餐厅当服务员，并在一个乐队兼职唱歌。安迪是个好学生，但学校让他厌烦。他12岁时拿起了一把吉他，14岁时组成他的第一个车库乐队，17岁时完成高中学业。母亲坚持让他上州立大学。他去了，却讨厌它。他的音乐得不到发展，但他参加学校的广播电台节目并爱上了广播。当一个小型的商业电台给他提供一份工作的时候，他退学了。此后他就一直在摇滚音乐电台工作。

这周一，闹钟像平常一样在早上6点的时候叫醒了他。他在煮咖啡和为还在睡觉的女友帕姆（最近他们才同居）留一张早安便条的间隙，浏览了他今天的计划。他迫切的任务是去一趟塔吉特百货，他要在那里购买生日惊喜派对所需的全部东西——他为78.8频率经典摇滚乐电台中午至下午3点时段的主持人举办了这个派对，安迪在这个电台做了6年的规划经理。安迪将气球、汽笛、帽子、纸碟、塑料餐具和其他所需物品塞满了手推车。下一站是冷藏区，那里有主持人最喜欢的冰激凌蛋糕（她经常谈论她对冰激凌蛋糕的喜爱）。但这种蛋糕已经卖光了，这不在计划范围内。安迪不得不将一个普通的蛋糕带回去，但他很不高兴。

准备结账的时候，安迪尴尬地发现自己记不起他那张摇滚电台工作信用卡的密码。他身上只有10美元左右的现金，打电话到电台去询问密码时又没人接听。身后排起一条等待结账的长队伍，安迪却没有注意到。他打算放弃所有的物品，之后再以某种方法（他无法肯定用哪种方法，但现在没有时间去担忧）来处理生日派对时，店员建议他或许可以用另一张信用卡。安迪的确有他的私人卡，他很不情愿地拿出来：电台在报账上的拖拉已经臭名昭著。但这确实是解决问题的方法，虽然非他

所愿。尽管身陷困境，安迪的下脑系统并没有帮助上脑系统制订新的计划，他的上脑系统还在运作，他又转回到他为今天所拟定的计划上。

安迪的上脑系统如何制订和执行这些计划？它是通过分析当下情况来发挥作用。上脑系统擅长解决问题，即发生在只有这个人认识到问题的存在、对解决问题所需的步骤进行全面思考的时候。这是一个缓慢和审慎、需要付出努力的过程。相比之下，下脑系统能够对情况进行分类和解释，自动触发储存在记忆中的相关信息——通常在一个人还未意识到这些记忆存在的时候，问题就已经被解决了。在安迪的例子中，他意识到问题所在，并制订了新的解决办法。这需要付出大量的努力。如果他的下脑系统将相关信息传送到上脑，他将能更好地解决问题。但情况并未如此。

离开塔吉特百货之后，安迪驾车去广播电台，但很快就陷入可怕的交通堵塞里。他寻找一个能够穿越这条可怕车流的办法，尝试用肩膀扛着车走和不断地摁喇叭，希望前面的汽车流会自动分开。但这种好运气不会降临。

他最终回到了电台，老板杰克在午餐室找到正在拆派对物品包装的安迪的时候，事态恶化了。阿比创公司排名在这周提前出炉，一直受到严密监视的两个数据有所增长：非常重要的“一刻平均占有率”和“累计受众”。难道杰克是在思考安迪的功劳吗？不，他在有意指责他。

“我需要和你谈谈。”杰克说。

“谈什么？”

“你需要在节目里多谈一下我们重要的客户。我已经反复告诉过你。”

“我也反复说过我讨厌被牵着鼻子走。”

“我不是在要求你，安迪，”杰克说，“我是在命令你。”

“你会多付我薪酬吗？”

“你知道我对这个问题的回答。”

“你也知道我对你的问题的回答。这不属于我的工作。就这样。”安迪走进他的小卧室，查看昨晚的电子邮件和信息。

安迪的上脑系统没有以这种方式运作：让他思考形势，在自以为是的短期满足和因与杰克的关系造成的长期消极后果之间进行权衡。特别是，他的下脑系统还没学会辨别在哪种情形下抑制情感冲动，所以没有将这种信息传送到上脑，上脑的部分工作是抑制此类冲动。在多数情况下，正是上脑（尤其是上脑前侧）抑制了大脑其他部位的情感冲动，但只有在它接收到那些制订和执行这些处理的合适信息的时候。

幸运的是，安迪和杰克在早上10：30之前都放下了争执，那个时候，员工因为派对的关系开始聚集在午餐室里。电台主持人莎伦一向很准时，应该在广播开始前一个小时就赶来这里并做好准备，但11点到了又过去，半个小时很快又过去了，却依旧没有莎伦的影子。离演出还有10分钟的时候，她才走了进来。原来是她的汽车启动不了，所以叫了一辆出租车，而出租车几乎花了一个小时才接到她。派对的麻烦才到此结束。莎伦直接走到B演播室。安迪有点失望和恼怒。一位秘书建议他们可以临时采用她所谓的“旋转派对”——在莎伦停播的休息时间，到她停止广播时结束。到了这时，他的情绪才稍微好转。

迅速根据变化的情况对计划进行调整并不是安迪的强项（像习惯依赖刺激者模式的其他人一样，他轻易就能制订计划，但不擅长利用新信

息来修改这些计划）。同事让他想起他在去年设计的一个噱头。他雇用年轻女孩，让她们在午间驾驶时间穿着比基尼站在一辆停在州际之间天桥上的平板货车上，高唱经典摇滚78.8频率电台的短歌曲。他们的确收获了预想的结果、吸引了大量的关注——直到一辆卡车撞毁了。安迪没能很好地处理这个意想不到的后果：他继续让这些女孩唱歌，继续远程广播，甚至在他听到迫近的警报声和警察直升机盘旋声之后。安迪被暂时逮捕，市长要求联邦通信委员会吊销电台执照的时候，杰克就已经在考虑解雇他。这个消极的报道给短暂的排名飙升蒙上了阴影。

下午的会议顺利地举行，安迪很高兴，虽然也被相同的旧话题弄得厌烦。好朋友马克打电话过来询问他是否可以挤出时间在附近的咖啡厅喝杯咖啡，他很期待休息时间的到来。在捕捉到“马克一直沉默寡言，全部时间都在低头盯着桌面”的事实之前，安迪愉快地说了整整10分钟的话。最后他才意识到他的朋友过得并不如意。

“老兄，你还好吧？”安迪问。

“从未像这样好过。”马克说。

“你确定？”

“只是有点累而已。”马克说。

安迪不再进一步刺探。但几分钟之后，马克就开始倾诉他的苦恼，他没有得到一份他积极准备很久的工作。安迪感到抱歉的是没有想到马克竟然一直在追求这个机会。安迪的下脑只是不能很好地对社交线索进行分类和解释，而上脑却没有接收到那些可能形成这种反应的信息。

安迪回到家的时候，帕姆（一名作曲家和博客作家）快速地做好了晚饭。她参加过一场由本地一支新乐队“缺乏理性”举办的音乐会，但安

迪不喜欢他们，他甚至无法听完在MP3里他们的唱片小样。本州重要报纸上的音乐栏目批评他们的声音“很有吸引力，但在其他方面却一无是处”，安迪非常赞同。帕姆说，他们的声音只是不符合他的品位而已，他究竟想要对谁评头论足呢？他们之前有过这种讨论，最终却导致争吵——像安迪一样，帕姆习惯以刺激者模式认知。但这一次，安迪牢记两人关系的重要性，并要让女朋友知道质疑的好处。他们一起参加了音乐会。

相比听“缺乏理性”乐队的样本唱片，安迪更加不喜欢他们的现场表演，但他（通常）把这些想法烂在肚子里。不能融入音乐，他就让自己的思绪四处飘飞。除了帕姆以外，他感觉所有东西都很乏味，仿佛他之前无数次看过这场电影似的。他在经典摇滚78.8频率电台坚持了6年，成为他事业的一个巅峰，而他越来越感觉到厌烦。他只是需要一个改变，真的就这么简单。明天，他将开始利用关系看看哪里有更好的机会。

比起音乐会，安迪和帕姆回到公寓后更多地谈论这些问题。她也打算有所改变，希望背水一战，看看会发生些什么。但如果他们的计划（如搬迁到另一个城市）产生预料之外的后果（例如，他们的新公寓太吵），那么两人都无法迅速地找到一个解决办法。

无论拥有怎样的缺点，以刺激者模式处事也有优势。例如，你可以制订计划并将它们坚持下去，接纳创新的想法（史蒂夫·乔布斯有时是以刺激者模式处事）。如果你善于在特定情况下运用这种模式，其他人可能会将你视为“思路之源”而向你请教。此外，以刺激者模式能够提供一定程度的自由，不会被身边发生的琐事左右。

另外，如果我们的理论是正确的，那么，不利的一面也显而易见：

以刺激者模式处事的人可能像瓷器店里的公牛，轻易就会冒犯他人。在刺激者模式里，你通常不可能调整行为来应对你的计划所产生的结果，如果你的计划不适用，就会是一个问题。而且，以刺激者模式行事有时让人有挫败感。你可以制订完美的计划，但始料不及的事情还是会出现。这就让这种模式不受一些人欣赏，甚至被误解和轻视。

在第12章，我们将探索第四种思维模式，在所有认知模式中它所需的努力可能是最少的。

第12章　适应者模式

像经常以感知者模式处事的人那样，习惯依赖适应者模式的人通常生活在远离聚焦公众视线的地方。根据理论，他们通常不会拟定和执行复杂详细的计划（运用上脑系统），也不会对身边发生的事情进行深度解释和理解（运用下脑系统，有时需要上脑系统协助来形成解说式的叙述）。因此，他们轻易就能被即时事件所影响。

然而，这种描述也暗示着习惯依赖适应者模式的人很容易适应其他人设定的计划：他们会是很有价值的合作伙伴。根据我们的理论，习惯依赖这种模式的人在商业中通常会发挥像组织中的重要基础设施那样的作用，控制公司关键的营运。习惯依赖适应者模式的人通常是放松的、平易近人的，他们不会对“将来应该做些什么”或“过去应该完成些什么”有太多的担忧。我们预期他们经常会很有趣。

在表现习惯以这种模式处事的特征上，我们找不到比扬基队明星阿莱克斯·罗德里格兹（Alex Rodriguez）的行为更有说服力的例子了。阿莱克斯·罗德里格兹（他广为人知的名字只是“A-Rod”），在纽约这个世界媒体首都的长期服务和所展露的天赋将他推上一个更广阔的舞台。考虑到他对派对和漂亮女人的喜好，我们不能控诉他不会享受生活。

罗德里格兹在对抗得克萨斯州游骑兵的赛季中打破了纪录，之后，他于2004年来到了纽约。这位两次获得“金手套奖”的游击手同意换到三垒来适应新队友德瑞克·基特（Derek Jeter），扬基队的队长、另一位棒球巨星。自1996年以来，基特一直是扬基队的先发游击手。“我完全不觉得这有什么，”罗德里格兹说，“我永远将自己视为一名团队球员。守三垒是最后的团队行动。”随着时间的流逝，罗德里格兹依旧待在三垒，

在某种程度上被基特的影子掩盖，却几乎没有任何怨言。在多数情况下，他会留意身边发生的事情，依据“自己被期望做什么”的感知来采取行动。在多数时候，他确实是一名模范团队球员，待在一支超级自负、云集“名人堂”天才的传奇队伍，绝非易事。

然而，在棒球场外，罗德里格兹不断招惹麻烦。他不顾自己已经结婚并有两个孩子，继续和其他女人在公共场合约会。难道他一点也不了解纽约的小报吗？难道他忘了在2005年告诉一位观众他在寻找治疗时所说的话了吗？——“生活即是掌控命运”（强调是后加的）。当他的名字，有时是绰号“迷路的罗德里格兹”开始出现在那些将他与脱衣舞女、身材苗条的模特搅在一起的故事里时，他显然不能预料到后果，还在继续胡作非为，而小报也继续报道他的新闻。2008年夏天有关他和流行歌手麦当娜浪漫恋情的报道，成为压垮他和妻子的最后一根稻草。他的妻子提出离婚诉讼。

罗德里格兹不是第一个没有意识到屡次在公众场合发生轻率行为的消极意义的名人。他对类固醇的使用，也许更有力地说明了以适应者模式行事可能产生的后果。

到了罗德里格兹那个时代，棒球界没有人会忽视类固醇丑闻。时间可以追溯到1988年，那时《华盛顿邮报》报道乔斯·坎塞科（Jose Canseco）使用能增强表现力的药物。国会通过立法对非法使用合成类固醇进行刑事处罚，但棒球运动员使用药物的媒体报道依旧层出不穷。在年老的马克·麦奎尔（Mark McGwire）创下全垒打记录的赛季里，这类报道有所增长。麦奎尔在1998年打出70支全垒打，随后承认使用了类固醇。巴里·邦兹（Barry Bonds）在2001年打出71支全垒打，马上就卷入非法使用药物的丑闻。2003年，职业棒球大联盟开始对物质滥用进行检测，意味着将会收集到犯罪行为的潜在证据。2005年，在棒球界流传

多年谣言之后，投手明星罗杰·克莱门斯（Roger Clemens）的名字公然出现在非法使用类固醇的丑闻里。

当然，在这些人中，渴望在棒球生涯中拥有不朽名望的球员不会想要使用这种药物。罗德里格兹反复否认谣言，直到2009年《体育画刊》刊登了一则不可驳斥的故事，他才肯承认。

罗德里格兹显然依旧没有吸取任何教训：2010年2月，《纽约时报》报道他在一位加拿大体育医生那里接受治疗，这位医生因为给运动员提供人体生长激素而接受调查。这位医生承认到过纽约给明星治疗，但声称治疗涉及的只是受伤使用的抗炎药。然而，不好的影响已经造成，更多的坏影响还会出现。罗德里格兹可以避免与他那位据说在2009年之前为他提供类固醇的表亲接触——扬基队禁止这位表亲参与任何与球队相关的活动和使用任何与球队相关的非公共设施。但2011年春天，罗德里格兹又被这位表亲蒙上污点。

然而，随着时间流逝，罗德里格兹更多地依赖下脑系统。他投资艺术，变成一名慷慨的慈善家，把自己塑造成美国男孩女孩俱乐部拥护者。他写了一本关于儿童的书籍。或许，这些都体现了新出现的感知者模式的认知和行为特征（付出适当的努力和经验）。没有人在一生所有情况下都只运用一种认知模式。

一位完美的女演员

和罗德里格兹一样，伊丽莎白·泰勒（Elizabeth Taylor）极有天赋，也拥有罕见的美貌。这两点优势给她带来巨大的商业和其他方面的成功，但她却无法遵循一个详尽的计划：和罗德里格兹一样，泰勒经常被当下的情形牵着鼻子走。她辉煌的演员生涯（四次金像奖，两次奥斯

卡奖）意味着至少在一部分时间里她能够运用行动者模式行事。但当涉及私人关系时，从泰勒年轻时的行为显示，她似乎经常以适应者模式行事。

考虑到他酗酒成性的名声，之前结过婚（与莎莎·嘉宝）的酒店继承人康拉德·希尔顿（Conrad Hilton）作为泰勒的第一任丈夫似乎是一个糟糕的选择。希尔顿极端情绪化，又是出了名的好色之徒，被授予“拥有10万张床位的男人”的称号。他在1950年和泰勒结婚，而在1951年1月，还不到一年时间，他就成为泰勒的第一号前夫。离婚似乎表明，尽管泰勒犯了个错误（考虑到她的年轻，或许可以理解），她应该已经从这段经历中吸取教训。

显然，她并没有。和几个男人约会之后，泰勒选定了迈克尔·威尔丁（Michael Wilding），一位英国演员，之前结过婚，情绪波动剧烈。是不是感觉很熟悉？和希尔顿离婚后才一年，泰勒就宣布和威尔丁订婚。1952年2月他们举行了婚礼。即使和威尔丁有了两个孩子，泰勒依然对她的第二任丈夫很不满，开始和其他男人约会。威尔丁制造自己的丑闻，而泰勒借助已结过两次婚的电影制作人迈克尔·托德（Michael Todd）结束了他们的关系，而托德那反复无常的脾气也很有传奇性。他们牢固的关系终结于1958年，托德丧生于一场空难。泰勒马上和歌手艾迪·费舍尔（Eddie Fisher）约会，那时费舍尔和戴比·雷诺兹（Debbie Reynolds）还存在婚姻关系。费舍尔离婚之后，泰勒于1959年嫁给了他。那时，泰勒在《埃及艳后》的拍摄过程中就开始和理查德·伯顿（Richard Burton）交往了。

“当我还是个小女孩的时候，”她在一本回忆录中写道，“我相信自己是命运的孩子，如果这是真的，理查德·伯顿就是我命中注定的那个人。”这种态度很好地表现了适应者模式认知的特征，因为这些显示：她

觉得只是被外在事件推动着前行，既没有从她的经历中吸取教训，也没有制订和遵循详尽而复杂的计划。但这种行径能带来意想不到的价值，以感知者模式认知的人可能会意识到这点。

伯顿是个酒鬼、风流男人和施虐者，集合了泰勒前几任丈夫最糟糕的毛病。然而，他也可以像泰勒那样浪漫和风趣。他们在1964年结婚，而他们的婚姻却也演变成人们所预料的那种情况：充满矛盾和酒精，简直是《谁害怕弗吉尼亚·伍尔夫》（Who’s Afraid of Virginia Woolf）这部电影的真实版本。《谁害怕弗吉尼亚·伍尔夫》是1966年的一部电影，他们在影片中担任主角，这个影片为泰勒赢来第二座奥斯卡奖。直到1973年，泰勒厌烦了，他们分开，并在下一年离婚，但在一份新闻报道里，泰勒的话语表现出她的理性最终没有否定这份情感：“我全心全意地相信分离最终会将我们带回我们应该待的地方，那就是在一起！”

他们的确又在一起了，1975年10月，他们再次走上了红毯。预料到的场景再次发生：伯顿喝醉了，泰勒内心挣扎，然后这对夫妇相互斗争。1976年，泰勒最后离开了伯顿。我们不再谈论泰勒之后的两次婚姻，它们都以离婚告终，然而却让她有一定程度的高兴——尽管不见得是晚年的智慧。再次被询问为什么要结这么多次婚的时候，泰勒回答说：“我不知道，亲爱的。它的确狠狠打败了我。”她从来没有对她反复经历的事件进行分析，这个事实表现出某些经常依赖（可选择性运用的、无反思的）下脑功能的人的特征。在私人关系中，泰勒似乎将桑塔亚那的著名理论人格化了，“那些不能记住过去的人注定会重蹈覆辙。”

但如我们所强调，一种习惯性的主导型认知模式和行为、情感或智力毫无关系，这不是说某人永远被困在这种模式里或被迫以这种模式认知，也不是说在生活的所有情况下都要坚守一种模式而不能转换。泰勒的例子很好地说明了这种转换：她将儿时的基督教信仰转换到犹太教，

这是一场精神之旅产生的后果，而这场精神之旅证明了感知者认知模式的能力。作为一名珠宝设计师和香水制造者，泰勒大获成功，逐渐变成一个企业家，仿佛她有时以行动者模式认知似的。她变成一位受人尊重的人道主义者和慈善家，呼吁对艾滋病和相关疾病的关注，并集资数百万美元，这些成就也体现了行动者认知模式的特征。

名叫尼克的年轻男子

尽管适应者认知模式不太可能会引起关注，但一些人的例子显示，他们习惯以这种方式认知，却仍像泰勒和罗德里格兹一样受到广泛的关注。布兰妮·斯皮尔斯（Britney Spears）和明尼苏达州前州长杰西·文图拉（Jesse Ventura）是公众人物，他们经常以适应者模式处事。棒球巨星米奇·曼托（Mickey Mantle）也是如此，他在运动场外的举止（酗酒）伤害了他的家人和朋友——尽管在后来表示懊悔并尝试赎罪时，曼托表现了感知者模式的认知。

让我们回到日常世界里。尼克，我们虚构出来的一个人物：一个二十八九岁的男子，我们用他的例子说明“以适应者模式认知和行动”的意义。

尼克是家里两个孩子中的老大，家住郊区，并在那里长大成人。母亲是一位法律助理，父亲是一名电工和工会代表。尼克是一个很好相处的孩子，在少年棒球联合会打球，参加幼童军，却从没想过上大学：从青少年时期开始，他就在父亲手下当学徒，父亲周末也要工作来为家庭增加收入。高中毕业之后，尼克找到一份临时电工的工作，23岁时通过电工师傅的考验之后，他的辛苦终于有了回报。他如今在一个建筑小组里工作。建筑小组正在建设联邦法院的一个楼群，这项工程长达一年时

间。

这周五，尼克和妻子艾丽卡天一亮就醒了。艾丽卡是个家庭主妇，在家照顾3个年幼的孩子。孩子们还在睡觉。夫妇俩吃过早餐，尼克给孩子们做好午餐并给他们留了字条。除了打算在上班的路上买一个新的动力钻，尼克并没有对这一天有太多的考虑；遵循工头的指导，这一天或许会像许多日子那样度过。离开家时，他吻了艾丽卡，再次告诉她有她在身边他多么幸运。艾丽卡经常以行动者模式行事，这对整个家庭来说大有裨益：她支配家用预算，购买大部分的东西，让孩子在学校和许多课外活动中守规矩。她的主导型认知模式可以和丈夫的模式进行完美互补：在他们决定结婚和组建家庭的时候，她可能已经在直觉上意识到这个事实，尽管尼克未必。

尼克在家得宝（美国家具连锁店）找到了想要的牧田牌钻头，他够幸运，家得宝早上6点就开门了。拿了一套钻头之后，他走向自助结账柜台。他在那里划了专为工作花销的借记卡，检查一遍物品，然后等待确认。借记卡里的金额不足，直到现在，他才想起忘记让艾丽卡从他们主要的银行账号转账过来（这是她的主意，办一张独立的工作账户，为了简化纳税程序）。那时还有一位工作人员在场。尼克觉得很尴尬，咕噜着道歉，将商品返回货架，然后离开了。他本可以打电话给艾丽卡，让她马上从网上转账过来，但他没有这么做。不管在什么情况下，他依旧只有他的老电钻，即使它丧失了某些功能，但会再陪伴他度过这一天。回到家的时候，他写了张便条提醒艾丽卡转账，之后就一头扎进法院的项目里。家得宝的意外事件渐渐被抛到了脑后。

快到工作地点的时候，尼克却遇上堵车了。他很沮丧，但一旦意识到真的什么也做不了，他马上就放松下来，听他的iPod。如果他预料到这种情况，就应该打个电话给工头，让他知道堵车的事情，但他全身心

融入音乐里，并没有这么做。他的下脑系统没有让他意识到他当下情形所隐含的更广泛的意义（对其他人有影响，如工头），他也没有利用时机让上脑系统制订那些和重要事情相关的计划。相反，如我们所期望的那样，当前情势推动着他的工作日程，对那些以适应者模式处事的人而言，这很典型。他的上脑不会拟定复杂和详尽的、会引导他的思想或行为的计划；相反，他在等待外界来指导他下一步怎么做。

幸运的是，尼克准时到达工作地点。他去了咖啡车，发现杰克也在那里，杰克是他的高中同学，参加相同的假期课程，跟着他跻身建设行业，成了一名起重机操作员。他们在中学相识，从那之后一直都很亲密。尼克不止一次从杰克那里咨询意见，杰克很自信（他似乎通常以感知者模式认知，总能给出很有想法的回答）。两个男人重新聊起昨晚的棒球比赛，但杰克这个铁杆球迷却缺乏激情。谈话中遇到几个死结之后，尼克意识到他的朋友似乎很郁闷。但他依旧没说什么……直到杰克在话题中迷失自己，他的思绪肯定飘到了别处。

“出什么事了？”尼克说。

“你说什么呢？”杰克说，他知道尼克在说什么。

“今天是周五，周末就要来了，而你就像刚刚才守了丧。你没事吧？和你妻子吵架了，还是其他什么事？”

“不是，”杰克说，“一切都好。”

“你肯定？”

“我肯定。”杰克说。

就这样，尼克离开了。那时是早上7点，白天的工作才开始。

工头和他的队员再次检查今天的计划，除了尼克之外，全部电工都要来工地。工头让尼克待在后方。他对这位年轻的电工师傅有特殊的安排：剩下的所有时间里，他希望尼克带一个新学徒。尼克知道他必须接受这个任务：本质上就是保姆的工作。尼克当然知道学徒需要实习，他也经历过，但工头为什么偏偏选择他来指导小毛孩？其他许多经验更丰富的电工也可以接手这个工作。

但工头不是在询问尼克，而是在命令他。尽管如果尼克严正拒绝的话（工头将他视为最佳员工之一），他可能也会赢得这场战役，但他觉得不值得这么做：这个命令不完全是无理的，而且，和上司搞好关系很重要。所以，尼克开了一个关于保姆的玩笑，引得工头连连发笑，然后同意下周接手这个学徒。他甚至邀请工头喝咖啡。

承包商在周五总是离开得很早。尼克下午3点半前就到家了。他和孩子们一起玩耍，然后帮艾丽卡一起准备家庭晚餐。晚餐的时候，谈话的话题转到周五的夜晚，它已经成为尼克和妻子惯例的约会之夜。艾丽卡让她的母亲帮忙照顾孩子。她希望可以欣赏在这个周末演出的浪漫喜剧片。

尼克喜欢电影，但他一般不喜欢浪漫喜剧这样的片子。所以他颇好脾气地建议看点别的什么——可能会妥协看约翰·德普最新的电影。但艾丽卡坚持己见，尼克通情达理地答应了。他只是随大流而已，这通常是适应者认知模式的特点。适应者认知模式不会让人形成复杂或详细的、指引思想和行为的计划。尽管他可能不会以这种方式发表意见，但他的沉默也是对艾丽卡的工作表示感激的一种姿态。

电影结束之后，艾丽卡和尼克在“苹果蜜蜂”餐厅喝了点啤酒。他们谈论了一下电影，然后谈论艾丽卡将要开始的社区大学夜间课程，这是

她当一名护士的计划的第一步，等孩子们长大些之后她就想从事这个职业。尼克很支持，这个谈话促使他反思了自己的职业，对他来说，他的职业并不是正规工作。然而，时不时地，他的确在疑惑是否希望一辈子和电线打交道，如果他可以更进一步或彻底尝试其他一些东西，如追求“成为一名消防员”的儿时梦想。他之前已经和艾丽卡讨论过他的梦想，今晚再次提及的时候，艾丽卡给出同样合理的建议：参加急救医疗医生（EMT）的课程，加入一家志愿者火警公司，申请进入火警学会。这或许会很难，她说，即使他依旧继续现在的工作，当一名好父亲，他还是能够解决这些难题。

但尼克感觉到，追逐他的旧梦需要详细的长期计划。在情况有变的时候，多数情况不可避免地会发生变化（艾丽卡已正确意识到），计划或许就需要进行调整。现在，追逐旧梦似乎要付出很多东西。总的来说，生活本就一切安好。为什么要从中捣乱呢？

以适应者模式处事显示出一些相同的明显优势。当你放松，真正放松的时候，你不会对未来感到烦躁，也不会执著于过去。而且，你很可能轻易就能运用这种模式，因此，其他人常常很喜欢与你为伴。根据我们的理论，不利的一面是你将经常遭受来自周围世界的冲击，而这会造成伤害。如心理学家在很久之前所表明的，稍微能控制环境的动物比那些一直在接受结果、没有这种控制力的动物经受的压力更小。

第13章　测测你是哪种认知模式

既然我们已经详细地回顾了每一种认知模式，那么你可能已经对自己的主导型认知模式（在多数情况下你以这种模式处事时感觉最舒适）有了一定的理解。我们在这一章所呈现的测试可以让你更加确定自己的主导型模式。尽管你不可能在所有情况下一直依赖同一种模式，但人们在测试中的反应却表明他们在大多数时候所运用的都是一种单一的模式。所以，拿起一支铅笔和一张纸，然后通过测试来确定你的主导型模式，或者在www.TopBrainBottomBrain.com网站上进行测试，你的计算机会自动给你计分。

这个测试被称为“背腹式调查问卷”（Dorsal-Ventral Questionnaire）（dorsal意为“背部”，指的是双足生物的“顶部”，而ventral意为“腹部”）。这个测试是由斯蒂芬和他的长期合作者威廉L.汤普森（William L.Thompson）发展起来的。

测试中的每个句子都使用以下计分方式：



1表明你完全不赞同这个说法；2表明你有点不赞同；3表明你既不赞同，也不反对；4表明你有点赞同；5表明你完全赞同。

1.当我在花园里观赏时，我一般会注意种植的模式。

2.如果我喜欢一件家具，在购买之前我想确切地知道它适合摆在家里哪个位置。

3.在遇到某种情况之前，我更喜欢制订计划来指引行动。

4.在博物馆里，我喜欢根据风格来对作品进行分类。

5.在商店里，我会非常仔细地查看物品。

6.在开始一个项目之前，我喜欢收集所有需要用到的工具。

7.如果我很晚都没到酒店的话，我会提前给酒店打个电话。

8.一般来说，我会试图以最妥当的方式应对环境。

9.我喜欢仔细地观察物体的表面。

10.一打开电视，我喜欢去确认某些出现在屏幕上的人物身份。

11.我很容易就能分辨我所看见的狗属于什么品种。

12.做出决定之后，我喜欢思考一下可能会发生的事情。

13.我喜欢看人们的脸，试图辨别他们的祖先来自哪里。

14.我认为自己是一个会提前做计划的人。

15.在买一件新T恤之前，我会考虑它是否和其他衣服相配。

16.听音乐的时候，我喜欢分辨音乐里使用了哪些不同的乐器。

17.参观一个艺术展的时候，我会花时间来慢慢欣赏画作。

18.我喜欢制订计划。

19.早晨的时候，我经常会提前思考今天要做的事情。

20.我更喜欢近距离地观察物体，近到可以看见物体表面的颜色变

化。

参加测试的有上百人，研究者随后推断出了两个基准，它们对计分和理解分数的意义都很关键：

一个基准是上脑总分的平均值37分（最高分是50分）和下脑总分的平均值33分（最高分是50分）。另一个基准是这两类得分的标准差，它反映了高于和低于平均值的分差。对这两类得分来说，标准差最终都是6.4。

测出你的分数：

首先，将你的第2，3，6，7，8，12，14，15，18，19项目的得分相加，得出的值就是你的上脑得分。

其次，将你的第1，4，5，9，10，11，13，16，17，20项目的得分相加，得出的值就是你的下脑得分。

分数让一切了然，测试不是全或无的，因此，你习惯以这种或那种模式处事的程度也是有等级之分的。

上脑得分

让我们从上脑得分开始，思考一下分数高于平均值的意义，习惯以可选方式（当你没有被环境强迫这么做的时候）运用上脑处理的程度。如果你的分数高于47分（大约高于平均值1.5个标准差），说明你非常强烈地倾向于以这种方式运用上脑处理；如果你的分数高于37分但低于47分，说明你倾向于以这种方式运用上脑处理。接下来，我们将只讨论运用大脑系统的可选方式。

现在就让我们来思考上脑得分低于平均值37分的意义。这些分数表明你不太习惯运用上脑处理。如果你的分数低于27分（大约低于平均值1.5个标准差），说明你非常强烈地倾向于不运用上脑处理；如果你的分数低于37分但高于27分，说明你倾向于不运用上脑处理（见表13-1）。

表13-1　上脑处理

高于 47 分	非常强烈地倾向于运用上脑处理
37 ~ 47 分	倾向于运用上脑处理
27 ~ 37 分	倾向于不运用上脑处理
低于 27 分	非常强烈地倾向于不运用上脑处理

下脑得分

现在来思考你的下脑得分的意义。如果你的分数高于43分（大约高于平均值1.5个标准差），说明你非常强烈地倾向于运用下脑处理（当你没有被环境强迫行动的时候以可选方式进行）；如果你的分数高于33分但低于43分，说明你倾向于运用下脑处理。

最后，让我们回到低于平均值33分的下脑得分，这表明你不习惯运用下脑处理。如果你的分数低于23分（大约低于平均值1.5个标准差），说明你非常强烈地倾向于不运用下脑处理；如果你的分数低于33分但高于23分，说明你倾向于不运用下脑处理（见表13-2）。

表13-2　下脑处理

高于 43 分	非常强烈地倾向于运用下脑处理
33 ～ 43 分	倾向于运用下脑处理
23 ～ 33 分	倾向于不运用下脑处理
低于 23 分	非常强烈地倾向于不运用下脑处理

现在到了最后一步：为了确定你的主导型认知模式，在表13-3中查看你上脑和下脑属于哪种类别。

表13-3　主导型认知模式

上脑和下脑的类别	主导型认知模式
非常强烈地倾向于运用上脑 / 非常强烈地倾向于运用下脑	始终都是行动者模式
倾向于运用上脑 / 倾向于运用下脑	行动者模式，尤其是在受情境限制的情况下
非常强烈地倾向于运用上脑 / 倾向于运用下脑	行动者模式，有时是刺激者模式
倾向于运用上脑 / 非常强烈地倾向于运用下脑	行动者模式，有时是感知者模式
非常强烈地倾向于不运用上脑 / 非常强烈地倾向于运用下脑	始终都是感知者模式
倾向于不运用上脑 / 倾向于运用下脑	感知者模式，尤其是在受情境限制的情况下
倾向于不运用上脑 / 非常强烈地倾向于运用下脑	感知者模式，有时是行动者模式

（续）

上脑和下脑的类别	主导型认知模式
非常强烈地倾向于不运用上脑 / 倾向于运用下脑	感知者模式，有时是适应者模式
非常强烈地倾向于运用上脑 / 非常强烈地倾向于不运用下脑	始终都是刺激者模式
倾向于运用上脑 / 倾向于不运用下脑	刺激者模式，尤其是在受情境限制的情况下
非常强烈地倾向于运用上脑 / 倾向于不运用下脑	刺激者模式，有时是行动者模式
倾向于运用上脑 / 非常强烈地倾向于不运用下脑	刺激者模式，有时是适应者模式
非常强烈地倾向于不运用上脑 / 非常强烈地倾向于不运用下脑	始终都是适应者模式
倾向于不运用上脑 / 倾向于不运用下脑	适应者模式，尤其是在受情境限制的情况下
非常强烈地倾向于不运用上脑 / 倾向于不运用下脑	适应者模式，有时是感知者模式
倾向于不运用上脑 / 非常强烈地倾向于不运用下脑	适应者模式，有时是刺激者模式

行动者模式

根据我们的理论，如果你的得分都高于上脑和下脑得分的平均值，说明你经常依赖行动者模式。如果你非常强烈地倾向于运用上脑和下脑处理，说明你始终以行动者模式行事。如果你只是倾向于（不是非常强烈地倾向于）运用大脑的这两种处理，你也许会运用行动者模式，但不会始终如一。相反，你所运用的模式可能取决于你所处的特殊情境，如果这种模式没有明显的优势，那么你认知和行动的方式将在很大程度上

取决于你的现状对你的要求。

如果你非常强烈地倾向于运用上脑处理，而只是倾向于运用下脑处理，说明你经常依赖行动者模式，但也可能会转换到刺激者模式。如果你非常强烈地倾向于运用下脑处理，而只是倾向于运用上脑处理，说明你经常以行动者模式处事，但也可能会转换到感知者模式。

感知者模式

如果你的得分高于下脑得分的平均值，而低于上脑得分的平均值的话，说明你通常以感知者模式行事。如果你非常强烈地倾向于运用下脑处理，而不运用上脑处理，说明你始终依赖感知者模式。如果你倾向于运用下脑处理，而不运用上脑处理的话，说明你可能以感知者模式处事，但不会始终如一。确切地来说，你的认识模式可能取决于你所处的情境。

如果你非常强烈地倾向于运用下脑处理，而只是倾向于不运用上脑处理的话，说明你经常依赖感知者模式，但也可能会转换到行动者模式。如果你非常强烈地倾向于不运用上脑处理，而只是倾向于运用下脑处理，则说明你经常运用感知者模式处事，但也可能会转换到适应者模式。

刺激者模式

根据我们的理论，如果你的得分高于上脑得分的平均值，而低于下脑得分的平均值的话，说明你通常依赖刺激者模式。如果你非常强烈地倾向于运用上脑处理，而不运用下脑处理，说明你始终都以刺激者模式

处事。如果你倾向于运用上脑处理，而不运用下脑处理的话，说明你可能以刺激者模式处事，但不是始终如一。确切地来说，你所依赖的模式可能取决于你所处的情境。

如果你非常强烈地倾向于运用上脑处理，只是倾向于不运用下脑处理，说明你通常以刺激者模式处事，但可能也会转换到行动者模式。如果你非常强烈地倾向于不运用下脑处理，只是倾向于运用上脑处理，说明你经常依赖刺激者模式，但也可能会转换到适应者模式。

适应者模式

如果你的得分都低于上脑和下脑得分的平均值的话，说明你通常以适应者模式处事。如果你非常强烈地倾向于不运用上脑和下脑两种处理，说明你始终都在运用适应者模式。如果你只是倾向于不运用上脑和下脑两种处理，那么你可能以适应者模式处事，但不会始终如一。确切地来说，你所依赖的认知模式可能取决于你所处的境遇。

如果你非常强烈地倾向于不运用上脑处理，只是倾向于不运用下脑处理，说明你通常以适应者模式处事，但也可能会转换到感知者模式。如果你非常强烈地倾向于不运用下脑处理，只是倾向于不运用上脑处理，说明你经常以依赖适应者模式处事，但也可能会转换到刺激者模式。

这个测试和许多通俗心理学测试（如旋转舞女和脑半球容量测试）不同，它建立在坚实的实验研究基础上。现在，我们来看一下它的开发过程。

如本书之前所总结的，上脑和下脑系统的功能特征很关键。开发者

编写了近百道题（都是最终会运用到测试中的那种句子类型），他们相信每道题都能体现一种倾向、爱好或行为，这种倾向、爱好或行为反映了人们是如何选择性（即不由当前情况所决定）地运用上脑或下脑处理。在“调查猴子”（SurveyMonkey）调查服务网站上300多位测试者（他们被幸运地选中，年龄范围是18~65岁，男性比女性稍多）对这些题目进行作答。这些人回答他们赞同或不赞同每道题的程度。

可见，测试的分数之间是相关的。相关显示出一组分数（如一道测试题的）随着另一组分数（如另道测试题的）的变化而变化的程度。如之前所讨论的，联系越紧密，相关程度越高（当两组分数同时提高时，相关程度在0~1.0；而当一组分数提高而另一组下降时，相关程度则在-1.0~0）。如果两组分数毫无关系，相关程度为0。

得出每两道题得分之间的相关度后，再运用一种被称为“因素分析”的数学方法来进行分析。客体和空间心理意象的测试（我们在第4章讨论过）也是以相同的方式开发的。因素分析尝试确认一组被称为“因素”的维度，对这些维度的测量会产生一组分数。也就是说，相关模式可以用来反映相对较少的潜在共同影响的存在；在这个意义上，当两道题的得分发生同样变化时，它们的正相关必然会更强。这种方法将“载荷”分配到不同的因素上；而在一组分数（一道题的）和另一组分数（另一道题的）的相关关系中，载荷量较高的因素起到了较为重要的作用。

关键是，我们期望构成测试句子得分的基础是这两个因素：一个因素反映上脑系统的影响，而另一个则反映下脑系统的影响。情况的确如此：人们在主要运用上脑或下脑系统的时候，可以轻易地理解那些一个因素载荷高而另一个因素载荷低的句子。

然而，这门科学还有个技巧：被测试的句子是衡量因素分析的结果

是否有效的关键。研究者花了6个月的时间来进行测试，然后修改题目。一般来说，测试每组题目之后，某个题目为什么会承载两个潜在因素（反映上脑和下脑两种处理）而不只是其中一个单一因素的原因就会很明显——后见之明！在6个月的时间里，研究者需要反复对测试进行修改，创造一组题目——每个题目主要承载一个潜在因素。在每一次的反复修改中，研究者必须编写出新题目，并添加到之前最佳题目清单上（新题目通常是那些不如原创版本那么令人满意的题目的改进版），然后找新的人测试，分析结果，删除那些并没有主要承载一个单一因素的题目。

完成因素分析之后，检验每道题得分之间的相关关系。被保留题目的得分与同一个类别（上脑或下脑）其他题目的得分之间的相关程度，要比与另一类别题目的相关程度高。这个过程最终为测试挑选出了满意的题目。

对最后一组的20个题目（包含测试中的）来说，上脑和下脑题目得分的平均相关系数r＝0.03很重要。这个相关程度非常低。它意味着下脑得分的变化只能预测出上脑得分的远小于1%的变化，反之亦然。可见，两种得分测量出的内容是不同的。

最后，研究者要求另一组人参加这个测试，以及之前发展起来的其他各种测试。其他测试包括：一般智力测试；人格量表，评估在人格研究中不断被检测的5个维度，即开放性（容易还是谨慎接受新经验）、严谨性（有效率的、仔细的还是粗心的）、外向性（开朗的还是缄默的）、友善性（友好的、富有同情心的还是冷淡的）、神经质（紧张或敏感的还是自信的、有安全感的）；客体表象-空间表象-言语认知风格问卷（Object-Spatial-Imagery-Verbal Questionaire），评估心理意象和言语能力；马洛-克罗恩社会赞许性量表（Marlowe-Crowne Social

Desirability Scale），评估测试者是否倾向于做出社会期待的回应。

上脑测试得分与其他测试得分的相关模式，和下脑测试得分与其他测试得分的相关模式是不同的，这进一步证实新测试的得分挖掘出了不同类型的大脑处理。尤其是，下脑得分和其他任何测试得分并不相关，这意味着这些得分测量的内容是截然不同的。相比之下，上脑得分和智力测试的分数则是相关的——如果智力涉及策略思维的话，这很有道理。此外，这些得分和某些人格测量有关，如“严谨性”。考虑到上脑得分反映策略思维，那么这些相关关系就说得通了。

简而言之，所有的努力都会有所回报，如你所见，测试经过不断修改，最后得到了完善，并呈现在了这里。测试题目似乎挖掘出了不同类型的上脑和下脑处理，我们也容易理解这些题目得分的含义。然而，我们必须注意，即使这个测试是可靠的（人们进行重复测试的得分具有可比较性），但它还没有经过严格的验证，事实上，得分确实预测出了我们期望它们预测的东西。我们必须在这种认知的基础上来理解测试和它的得分。

即便如此，我们希望通过这个测试和你获得的分数使你学到一些关于你自身的东西。引导你生活中的其他人也这样做，这也许是一次很有趣的尝试；你可以和别人比较、讨论所习惯运用的认知模式。也许你就会理解你的互动为什么有时很起作用，有时却不那么令人满意。

迄今为止，我们提出了一项以大脑的可靠事实为基础的理论，也注意到这项理论的意义。在很大程度上，这就像一场学术实践。然而，我们既然已经有了其他那么多理论了，你为什么还要关注这项特殊的理论呢？在第14章，我们将探索认知模式理论的更多意义，而且这些意义又让我们认真对待这项理论。如果我们的理论是正确的，我们将会讨论关

于人类的更多重要内容。

第14章　发现最佳的合作伙伴

如我们已经讨论的，你不会一直都被困在一种认知模式里。就好比，你可能很喜欢一种饮料，但偶尔也会喝喝其他饮料，所以你有时也会改变你的认知模式。然而，我们也探讨过你在多数时候为什么只可能拥有一种主导型模式。根据这项理论，我们的性格和个人经验都推动形成了这一倾向。而且，如我们所见，基因极大地影响了我们性格的很多方面，因此它们很难改变。我们也注意到，在一个领域中，你需要进行10000个小时左右的实践来获取充分的知识，才能在这个领域中有效地以行动者模式处事，即使到了那时，这些专业知识一般也只适用于那个特定的领域。成为一名棒球专业教练，对成为一名曲棍球专业教练不会有太大的帮助。

所以，当我们认识到我们的主导型模式并不适合某种情况的时候，我们该怎么做？不管你多想这么做，但这远非改变模式那么简单。

我们的策略被证实是一种处理我们所谓的“刚性模式综合征”的有效方法。我们认为，这个综合征发生在一个人很难抛开主导型认知模式而转换到另一种更适合特定情况的模式的时候。以下的寓言故事将对这一策略进行解读。

一些生活在森林中的成年动物很担心年轻动物。年轻动物在森林里四处闲晃，总是无法发挥他们的潜能。

所以，成年动物决定创办一所学校。

他们首先要设计课程。熊指出打洞绝对重要——它必须被明确列入“必学”清单上。小鸟插嘴说飞翔不能被忽视。兔子自然会强调要跑得

快。大家各持己见。最后，大家达成共识，认为所有的这些技巧都很重要，因此每种动物都应该学习所有的技巧。

成年动物将年轻动物聚集一起，开始对他们进行教育。不久之后，幼鸟尝试挖洞而把翼梢弄断了，熊宝宝尝试快跑而把脚踝扭伤了，小兔子尝试飞翔而将自己摔得浑身青紫。不用说，即使年轻动物都康复了，却没有一个感到高兴，也没有一个获得了更好的教育。这种教学是失败的。

这个故事的寓意不是说一些人像小鸟、一些人像熊，而一些人像兔子，也不是说我们每个人最适合的是某种任务，而不是其他任务。相反，它是说一旦你认清自己是哪种动物，你就能更有效地执行一项任务。如果你是一只小鸟，想要打洞，你用你的喙和爪子挖啊挖，然后就会意识到当个古董摆设或许更容易些，但如果想要挖个坑就太糟糕了。如果你是一头熊，你应该知道费劲地打洞是你的强项，所以，如果你想要打洞，你就能非常漂亮地完成这个任务。如果你是一只兔子，你应该知道快跑是你的拿手活，但如果你想要飞翔，最好还是去乘飞机吧。

换言之，做那些你能做好的事情，如果你不喜欢做某种情况所要求做的事情，那么你最好去找某个可以和你合作的人。

迷宫中的人造物

这一策略的价值在实验室得到了证实。

2005年，“大脑项目小组”（Group Brain Project）在哈佛大学正式启动。这个小组由已故的J.理查德·哈克曼（J.Richard Hackman）和斯蒂芬领导，组员包括许多研究者。在“调查猴子”网站的帮助下，小组在

网上利用“客体空间意象调查问卷”（如第4章所描述的）对2000多人进行筛选。研究者邀请回答调查问卷的200人到实验室接受进一步的测试；这些人在“下脑——客体”的心理表象（让人能够能很好地想象形状和色彩）测试中的得分很高，但在“上脑——空间”的心理表象（让人能够很好地想象空间位置）测试的得分却很低；或者在“下脑——客体”的心理表象测试的得分很低，但在“上脑——空间”的心理表象测试的得分却很高。

被挑选的人以两人为一组，同时到实验室参加一项实验：要求通过计算机屏幕上所显示的一个虚拟迷宫。迷宫真实得仿佛身临其境，而使用者在一根操纵杆的指引下走向一条走廊或在分叉点向左或向右转。一种被称为“greeble”的人造物笔直地伫立在迷宫的各个位置上。在某些情况下，相同的greeble随后会在迷宫中出现第二次。[8]

研究者向每个小组解释了两种角色，然后将角色分配给小组成员。其中，一个成员要求运用操作杆来穿越迷宫，而另一个人则用一个按钮给相同的greeble贴标签（证明在迷宫遇见的这个greeble和之前所见的有完全相同的形状）。小组只有一次进入这个特殊迷宫的机会，有3分钟时间穿过迷宫并在相同的greeble上贴标签（见图14-1）。根据被正确贴上标签的greeble的数量，会给予小组成员相应的报酬。



图 14-1

计算机生成的人造物，称为“greeble”，在迷宫实验中被用作刺激物。

资料来源：Images courtesy of Michael F.Tarr，Carnegie Mellon University，www.tarrlab.org.

关键点是，在部分小组里，一个成员在“上脑——基于空间的心理意象”测试中取得高分，但在“下脑——基于客体的心理意象”测试的得分却

很低；反观另一个成员的情况，恰好相反，基于客体的心理意象测试的得分很高，但在基于空间的心理意象测试中却取得低分。[9]

这个测试的花招是：有些参与者非常擅长被分配的角色，而有些参与者对自己被分配的角色很不擅长。也就是说，在匹配条件下，要求空间意象测试得分高的人穿过迷宫，而要求客体意象测试得分高（擅长对客体和其他类型的刺激物进行分类）的人贴标签；在不匹配条件下，将角色互换。最后，在第三类小组里，两位成员不是都在客体意象测试，就是都在空间意象测试中获得高分。

发生的结果：分配的角色和参与者能力相符的小组比其他两类小组表现得更出色。然而，这是在小组成员不允许相互说话的情况下得出的结论。当小组成员在穿过另一个迷宫时允许相互说话，情况就截然不同。

首先，兼容小组的表现和不允许他们说话时一样出色，这并不令人惊讶：每个成员都能很好地发挥自己的作用，不需要其他小组成员的帮助。

其次，在任务中允许相互说话的时候，不兼容小组的表现远比不允许说话时出色。为什么？从那段测试过程的录像带中可以看出，在空间表象测试中获得高分的成员很快就开始穿过迷宫，在穿越的过程中告诉客体表象测试得分高（但空间表象测试的得分低）的小组成员应该在哪里转弯；而在客体表象测试中获得高分的成员在执行贴标签的任务中，告诉客体表象测试得分低（但在空间表象测试获得高分）的人会在什么时候遇到相同的greeble。

结果引人注目：在没有告知测试分数、进入实验室前彼此不认识的情况下，小组成员自发地找到了自己相对的优势和弱点。适当的时候，

他们基本上可以通过转换角色来扬长避短。

在某些小组里，两个成员不是在客体表象测试、就是在空间表象测试中获得高分。研究者在对这些小组的研究中，获得了更多的信息：小组成员相互之间的交流越多，他们的表现越糟糕（也就是说，在指定时间里被贴标签的相同greebles越少）。瞎子给瞎子引路。他们在执行任务时缺乏所需的关键技巧，他们却没有意识到这一点。

用那个动物寓言来说，就是一头熊向另一头熊请教如何飞翔。

社会假体体系

显然，如果你不具备能力或技巧来完成你所要做的事情，就应该向某人（某些东西）求助。这是显而易见的，不是吗？那如何解释为什么我们这么多人难以启齿请求他人帮助？（经典例子是，在没有GPS之前，很多人不会在加油站问路。）

我们的建议是：首先，克服向他人求助的不情愿心理。接着，问题就变成了：你应该向谁求助？

答案可以在我们所谓的“社会假体体系”（因与物理假体系统类似而得名）的原理中找到。想象你失去了一条腿，为了帮助行走，你可能会依靠假肢——木腿的“钢和塑料”的现代化替代物。假肢弥补了一个缺陷，可以让你完成一项任务（如行走）。人们不仅依赖物理假体，而且还依赖心理假体。如果要求你将两个大数字（即7481222×1532596）相乘，你就会希望有一支笔和一张纸，计算机或许更好。如果你为人父母，需要记录忙碌家庭生活的很多活动，你就会想要一本挂历或者日记簿，或者是手机上的记事应用程序。这些设备充当认知假体（cognitive

prostheses），为了让你完成某个任务，它们弥补了必须要弥补的认知缺陷。

当然，互联网已经演变成“认知假体之母”（我们可以这样称呼它）——现在我们很多人经常通过谷歌和其他搜索引擎查找真相、方向、图像、翻译和更多信息的一个地方。我们在云上储存个人数据、珍藏记忆（以图片和视频的形式），这样就可以很容易（精确）重新找到它们。《信息简史》（The Information：A History，A Theory，A Flood）的作者詹姆斯·格雷克（James Gleick）将亿万个构成互联网的网页称为“全球性的假体大脑”[10]。

不管互联网的信息量有多巨大，当我们需要明智的建议来解决问题时，它的作用却是有限的。我们所依赖的主要认知假体不是软件和机器，而是其他人，即可以帮助我们发展智慧、发泄和调节情感的人。正是这些人构成了我们的社会假体系统。斯蒂芬在关于这个想法的早期论文上，将社会假体系统定义为“延伸个人情感或认知能力的人类关系”。在这样的系统里，其他人充当着假体设施，填补个人认知或情感能力上的缺失。或许，除了内心坚定的隐士之外，每个人都会处在这样一个或几个系统里。

森林动物的寓言和迷宫人造物的实验给出了一个重要教训，即你应该根据你想要完成的任务来挑选你的社会假体。以此类推，失去脚的人可以在很多不同的假体中进行选择，这样就可以帮助它们进行不同形式的移动。一个非常有弹性的金属假肢能够让人跑得更快，而传统的塑料假肢可以在长距离行走中让人感觉更舒服。同样，根据你在认知和情感上需要做的事情，以及你的主导型认知模式的情况，你或许想要和一个在相关领域很有见识、倾向于以某种特定模式处事的人合作。

假如你在情感上处于忧虑的状态，即濒临和你的配偶或搭档决裂的地步，你可能不会想要向某个经常以刺激者或适应者模式处事的人寻求建议。以刺激者模式处事的人只会给出下意识的反应，而以适应者模式处事的人则尝试将问题最小化。所以，你的选择将落在经常运用行动者或感知者模式的人身上。在某种程度上，你想要得到哪种结果的目的决定了你的选择。如果你需要策略来解决问题，那么这项理论认为，以行动者模式处事的人也许最适合你。但如果你想要反省你真实的感受、反省你所渴望和需要的是什么，那么你最佳的选择是一个通常以感知者模式处事的伙伴。综合以上因素，你或许想要向两种不同的人咨询意见，然后从两种信息中获益。因此，信息灵通的话，你就可以做出更加明智的决定。

社会假体体系可以在很多年里建立和维持。随着时间的流逝，你或许就会意识到某个你所认识的人是你的理想搭档，能够在特定情况下帮助你。政界人物给我们提供了很多例子，不过，我们其他人也可以将这些例子运用到日常生活或者商业和工作里。

有些市长、州长、众议院议员或其他官员手底下都有一个办事高效的下属。我们就以这些官员为例。他的政策专家可能习惯依赖感知者模式；接听游说电话的人可能习惯运用适应者模式；办公室主任也许经常以行动者或刺激者模式处事（如果是刺激者模式的话，为了更有效率，主任可能会需要一些以感知者模式处事的助手，避免自己偏离目标）。这位官员一直以行动者模式处事，身兼要职，利用一切所需的帮助，既为了在未来保护这个丰富的系统，也为了在当下利用它。

我们在高度团结的家庭中也能找到同样的结构。在这些家庭中，女性或男性长辈通常以行动者模式行事；而顽皮小孩以她的冒险故事来取悦亲人、显示出刺激者模式的倾向；亲切的婶婶或叔叔则为向他们请教

意见的侄子和侄女提供感知者模式的视角。

现代电视剧为我们提供了另一个例子。荣获艾美奖的电视剧《摩登家庭》的撰稿人在写邓菲家庭模式脚本的时候，似乎已经凭直觉认识到了社会假体体系的重要性。父亲菲尔似乎在很多时候都是以刺激者模式行事，他总是不停地制订计划，但在他没有恰当地应对变化了的情况时，这些计划总会支离破碎，但他至少尝试了。母亲克莱尔似乎经常（尽管不是一直）以行动者模式处事，为了让大家想法一致，总会尝试严格控制她的丈夫和孩子。大女儿海莉被卷入接二连三的事件里，经常依赖适应者模式，但她的娱乐精神使这个模式更有价值。海莉的妹妹阿莱克斯看上去显然更喜欢以感知者模式处事，在家庭角色上，她担任了一名比看上去更聪慧的评论员角色。她提出建议，但毫无意外的是，她的建议总是被忽视。尽管还很年幼，儿子卢克像父亲一样似乎更喜欢以刺激者模式行事。这就是邓菲家庭。在每一集的结尾，他们总会解决问题，然后继续前进，家庭依旧像个团体一样运转。

关键是，当你和其他人以这种方式互动时，他的“社会假体”角色上能够让你做事更有效率。他弥补了你的缺失。在这个过程中，你就变成了另一个人，被你和他人的互动所改变，就好像截肢者戴上具有弹性的人造脚跑步时比戴上传统人造脚时感觉更舒服。

再举一个类似的例子，就当娱乐大家吧。你把一个切片放入烹饪家（Cuisinart）食物调理机里，调理机所产生的功效和将一个混合叶片放进去所产生的功效不同——前者在做成派时可以更好地将苹果切成丁，而后者在切东西时更加锋利。当你依赖另一个人来充当你的社会假体时，你们合作的结果将和你们单枪匹马或与不同技巧和能力的人为伍时截然不同。你不只是在寻找一个咨询顾问或助手：如果你和一个很了解你的人密切协作的话，他可以代替你所缺失的东西。在这种情况下，整

体的作用会比个体之和大。尽管你还是那个制定议程的团队领导人（我们所讨论的并不是传统的团队），但现在你搭档的技巧和能力大大提升了你的实力——比你单打独斗时做得更多。就好像你已经借了你搭档的一部分大脑，扩展了自己的视野和能力。

再三思考

理想的做法是，在开始一份新工作或一段新的社会或私人关系之前，你花点时间来反思本书提出的观点。根据这项理论（我们再次提醒你它仅仅是一项理论），一个倾向于以刺激者模式行事的人也许会认真考虑是否和另一个同样运用这种模式的人结婚，这样的结合轻易就产生一段充满矛盾的婚姻。两个通常以适应者模式处事的人可能会反思，如果一段婚姻长时间“平淡无奇”或一直在磕磕绊绊中度过或受到外界冲击的话，它将会变成什么样子。想象一下我们在第12章虚构的两个人物尼克和艾丽卡，如果艾丽卡像她的丈夫那样以适应者模式，而不是她自己的主导型认知模式来思考和行动，那么他们的故事会是另一个版本。他们需要处理家务和管教三个孩子，生活也许一片混乱。

尽管两个通常以感知者模式处事的人相处起来比较轻松，但对他们来说，完成那些需要制订详细又复杂计划的目标有一定的挑战性。以我们在第10章所虚构的两个人物汉娜和里克为例。如果里克像汉娜一样习惯以感知者模式思考和行动，那么两个人可能会享受一段非常舒适的生活，但在他们快60岁的时候，他们可以制订必要的经济计划来确保一个舒适的退休生活吗？重点不在于汉娜（或任何图书管理员）不能制订长期的经济计划，而在于她天生不喜欢这类事情，但这也正是里克的主导型认知模式能够为他们的共同利益做出贡献的地方。

同样，这项理论让我们认识到，如果一个人在他擅长的领域里经常运用感知者模式，那么对他来说，与那些经常运用感知者或适应者模式的人合作感觉最舒适。但是，撇开舒适这一点的话，其他结果可能就不会那么理想。可以这么说，如果在一个小组里，某个小组成员在运用行动者模式处事时感觉很舒适，并且擅长运用这种模式，而其他成员则是适应者模式，这个小组可能会更有优势。例如，喜欢以感知者模式处事的人和那些倾向于行动者或刺激者模式的人合作，会受益颇多，反之亦然。

为了改变你的主导型模式，你不仅需要激发极大的积极性，花费大量的时间，还要坚持不懈地努力，即使这样，这个改变可能只会在一个特定范围内对你有所影响。不是每个人都会有这种耐心。在多数情况下，我们认为在确认你的主导型认知模式并找到那些主导型模式能填补你的缺陷的人之后，你的情况会变得更好。记住，一个人的模式在不同的情况下可能也会各不相同（吸收各类的知识），例如，一个在工作中运用行动者模式感觉舒适的人，在家里可能感觉运用适应者模式最舒适。一个和朋友在一起时经常运用刺激者模式的人，在和伴侣在一起时可能会转换到感知者模式。因此，如果我们的理论走对了路，如果你正在寻找兼容性的话，确保自己是在适当的情况下和那个人待在一起。

本书的一些读者发现自己已经陷入问题情境中。下一步该怎么办呢？认知模式理论不能给出明确的指导，但了解这四种模式能够让你在和某人纠缠不清之前发现某些潜在的问题。而且，这个理论意味着在某个和你走得近的人的协助下，你可以成为一名专家。学会预测他的反应，这样可以帮助你运用感知者和行动者模式来解决难题。如果你没有动力也没有时间来学习如何解决问题，那就找一位能够补充你的劣势，并能完成那些你不能轻易完成的事情的朋友（或咨询顾问）。再次重

申，这就是依赖一种恰当的社会假体系统所带来的价值。

对大多数人来说，与他人有良好的合作最重要。获得成功有两个明显的关键点：第一是通过学习新策略（运用上脑系统制订计划和采取行动的方法）和学习如何“选择”情境的新方法（运用下脑进行归类和说明的方法）来提升自我；第二是改变你的处境，不管是工作、家庭还是社会背景。在任何情况下，你都可以运用其中一把钥匙开启一扇新的大门。

认识自我

法国文艺复兴时期的大思想家米歇尔·德·蒙田（Michel de Montaigne）认为：“世界上最伟大的事情就是认识自己。”蒙田的观点和古代老子的思想（我们在开篇时引用他的名言）有相同之处，他希望我们每个人学会审视自己的内心，探索自己独一无二的特征。从根本上说，这些特征来源于我们的大脑，受到经验的磨砺。我们每个人都应该望向自己的内心，不是短暂地，而应该是坚定和终身性地，而这些做法将会是你最好的收获。

我们希望这本书能在你的自我发现之旅中对你有所帮助。我们希望这些纸页所呈现的观点可以促使你寻找到崭新的角度去看待自己、看待你在生命路上遇到的人。

“生命的价值不在于时间的长短，而在于你如何利用它。”蒙田这样写道。

注释

◎第1章

1.R.F.Thompson，The Brain：A Neuroscience Primer，2nd ed.（New York：W.H.Freeman，1993）.

2.Adapted from F.A.Wilson，S.P.Scalaidhe，and P.S.Goldman-Rakic，“Dissociation of Object and Spatial Processing Domains in Primate Pre-Frontal Cortex，”Science 260（June 1993）：1955-58.

◎第2章

1.See Swedenborg’s two-volume The Economy of the Animal Kingdom，1740-1741（1918）.

2.W.Penfield and H.Jasper，Epilepy and the Functional Anatomy of the Human Brain（Boston：Little，Brown，1951）.

◎第3章

1.因为视觉和听觉是人类的基本感觉，我们在这里强调这点，然而，也要注意，其他感觉也存在类似的结构。

2.For a good overview of the functions of this area，see：http://en.wikipedia.org/wiki/Broca’s_area.

3.然而，这种分离不是绝对的，在一些情况下，形状可以被位置所指定（例如，思考一下，当三个点出现在三角形顶点的位置时，你是如何“看见”一个三角形的），而形状特定部分的位置也能被指定。see S.R.Lehky，X.Peng，C.J.McAdams，and A.B.Sereno，“Spatial Modulation of Primate Inferotemporal Responses by Eye Position，”PLoS ONE 3（10）：e3492.doi：10.1371/journa1.pone.0003492；A.B.Sereno and S.C.Amador，“Attention and Memory-Related Responses of Neurons in the Lateral Intraparietal Area During Spatial and Shape-Delayed Match-to-Sample Tasks，”Journal of Neurophysiology 95（2006）：1078-98.

4.A.Treisman and H.Schmidt，“Illusory Conjunctions in the Perception of Objects，”Cognitive Psychology 14（1982）：107-41.

5.J.G.Rueckl，K.R.Cave，and S.M.Kosslyn，“Why Are‘What’and‘Where’Processed by Separate Cortical Visual Systems？A Computational Investigation，”Journal of Cognitive Neuroscience 1（1989）：171-86.

6.Melvyn Goodale and A.David Milner“Separate Visual Pathways for Perception and Action，”Trends in Neurosciences 15（1992）：20-25.

7.S.M.Kosslyn，“You Can Play 20Questions with Nature and Win：Categorical Versus Coordinate Spatial Relations as a Case Study，”Neuropsychologia 44（2006）：1519-23.

8.G.Borst，W.L.Thompson，and S.M.Kosslyn，“Understanding the Dorsal and Ventral Systems of the Human Cerebral Cortex：

Beyond Dichotomies，”American Psychologist 66，no.7（2011）：624-32.

◎第4章

1.S.M.Kosslyn，W.L.Thompson，and G.Ganis，The Case for Mental Imagery（New York：Oxford University Press，2006）.

2.D.N.Levine，J.Warach，and M.J.Farah，“Two Visual Systems in Mental Imagery：Dissociation of‘What’and‘Where’in Imagery Disorders Due to Bilateral Posterior Cerebral Lesions，”Neurology 35（1985）：1010-18.

3.As of early 2013.

4.M.Kozhevnikov，M.Hegarty，and R.E.Mayer，“Revising the Visualizer-Verbalizer Dimension：Evidence for Two Types of Visualizers，”Cognition and Instruction 20（2002）：47-77.

5.M.Kozhevnikov，S.M.Kosslyn，and J.Shephard，“Spatial Versus Object Visualizers：A New Characterization of Cognitive Style，”Memory and Cognition 33（2005）：710-26.

6.Ibid.，721.

7.O.Blazhenkova，M.Kozhevnikov，and M.A.Motes，“Object-Spatial Imagery：A New Self-Report Imagery Questionnaire，”Applied Cognitive Psychology 20（2006）：239-63.

8.Ibid.，243.

9.O.Blazhenkova and M.Kozhevnikov，“Visual-Object Ability：A New Dimension of Nonverbal Intelligence，”Cognition 117（2010）：276-301.

10.Ibid.，283.

11.D.Kahneman，Thinking，Fast and Slow（New York：Farrar，Straus&Giroux，2011）.

12.A.W.Woolley，J.R.Hackman，T.E.Jerde，C.F.Chabris，S.L.Bennett，and S.M.Kosslyn，“Using Brain-Based Measures to Compose Teams：How Individual Capabilities and Team Collaboration Strategies Jointly Shape Performance，”Social Neuroscience 2（2007）：96-l05.

◎第5章

1.R.W Sperry，“Cerebral Organization and Behavior：The Split Brain Behaves in Many Respects Like Two Separate Brains，Providing New Research Possibilities，”Science 133（1961）：1749-57.

2.不是指左眼和右眼，而是每只眼睛的左边和右边，这一点很关键。

3.Life Magazine，October 1，1971，p.43.The extract below this quote is also from p.43.

4.斯佩里，逝于1994年，是安东尼奥E.普恩特（Antonio E.Puente）的导师。普恩特是北卡罗来纳大学威名顿分校的心理学教

授，也是斯佩里的传记作者。我们询问他，斯佩里是否想让他的研究促成大众文化中的左右脑故事。他写道：“我所听过的罗杰·斯佩里的最‘令人震惊’的评论发生在他接受美国心理学会颁发的终生成就奖的时候。在他简短的演讲中，他说了一些关于他的左半脑不能充分地表达右半脑所感受的情感。……他的文字和他的科学一样保守。这不是他的意愿，他也很少和人分享。”

5.R.w.Sperry，“Consciousness，Personal Identity and the Divided Brain，”Neuropsychologia 22（1984）：661-73.

6.See http://www.youtube.com/watch?v＝i-yhtXAzYwc.There are many other postings.The spinning dancer was revealed to be an optical illusion by Steven Novella，Yale University School of Medicine clinical neurologist，on October 11，2007，in his article“Left Brain-Right Brain and the Spinning Girl，”on his NeuroLogicaBlog：Your Daily Fix of Neuroscience，Skepticism and Critical Thinking.The correct description of the spinning dancer as optical illusion was more widely publicized in the New York Times on April 28，2008，in a blog posting by Tara Parker-Pope，who wrote：“While the dancer does indeed reflect the brain savvy of its creator，Japanese Web designer Nobuyuki Kayahara，it is not a brain test.Instead，it is simply an optical illusion called a reversible，or ambiguous，image.”

7.See www.wherecreativitygoestoschoo1.com/vancouver/left_right/rb_test.htm.

8.See http://homeworktips.about.com/library/brainquiz/bl_leftright brain_quiz.htm.

9.See www.squidoo.com/braintest.

10.See www.amazon.com/Brainy-Baby-Inspires-Logical-Thinking/dp/B000063UYK/ref=sr_1_4?s=movies-tv&ie=UTF88cqid=1315481288&sr=1-4and www.amazon.com/Brainy-Baby-Right-Brain/dp/B000063UYL/ref=pd_cp_mov_1.

11.See www.nurtureminds.com/soroban-abacus.htm.

12.See www.mastermindabacus.com/blog_abacus/abacus-stimulates-whole-brain-deve1opment/.

13.See http://www.youngevity.net/product/RG037_Brain.html.

14.About a third of left-handers have the reverse organization，with the left hemisphere performing the functions carried out by the right hemisphere of right-handed people，and vice versa；for simplicity of exposition，we will not reacknowledge this qualification throughout the text.

15.Winfrey described herself as“a right-brain kind of person”in the De-cember 2008issue of O：The Oprah Magazine.

16.Daniel H.Pink，A Whole New Mind：Moving from the Information Age to the Conceptual Age.Why Right-Brainers Will Rule the Future（New York：Riverhead，2005）.

17.Brenda Milner，“Interhemispheric Differences in the Localization of Psychological Processes in Man，”British Medical Bulletin 27（1971）：272-77.

18.S.Harnad and H.Steklis，“Comment on J.Paredes and M.Hepburn’s‘The Split Brain and the Culture-and-Cognition Paradox，’”Current Anthropoloy 17（1976）：320-22.

◎第6章

1.H.Damasio，T.Grabowski，R.Frank，A.M.Galaburda，andA.R.Damasio，“The Return of Phineas Gage：Clues About the Brain from the Skull of a Famous Patient，”Science 264（1994）：1102-5，doi：10.1126/science.8178168].

2.R.L.Gregory，“The Brain as an Engineering Problem，”in Current Problems in Animal Behaviour，edited by W.H.Thorpe and O.L.Zangwill（Cambridge：Cambridge University Press，1961）.

◎第8章

1.For reviews，see R.Plomin et al.，Behavioral Genetics，6th ed.（New York：Worth Publishing，2012）；K.J.Saudino，“Behavioral Genetics and Child Temperament，”Journal of Developmental and Behavioral Pediatrics 26（2005）：214-23.

2.J.Kagan and N.Snidman，“Early Childhood Predictors of Adult Anxiety Disorders，”Biological Psychiatry 46（1999）：1536-41；J.Kagan，Galen’s Prophecy.Temperament in Human Nature（New York：Basic Books，1994）.

3.M.H.McManis，J.Kagan，N.C.Snidman，and S.A

Woodward，“EEG Asymmetry，Power，and Temperament in Children，”Developmental Psychobiology 41（2002）：169-77.

4.T.J.Bouchard，“Genetic Influence on Human Psychological Train：A Survey，”Current Directions in Psychological Science 13（2004）：148-51.

5.Ruth’s lifetime batting average was.342；Williams’s，.344.

6.I.Biederman and M.M.Shiffrar，“Sexing Day-Old Chicks：A Case Study and Expert Systems Analysis of a Difficult Perceptual-Learning Task，”Journal of Experimental Psychology：Learning，Memory，and Cognition 13（1987）：640-45.

7.K.A.Ericsson，W.G.Chase，and S.Faloon，“Acquisition of a Memory Skill，”Science 208（1980）：1181-82.

◎第11章

1.A summary of several polls on Sarah Palin and the 2008presidential election is found at www.pollingreport.com/wh08.htm.

2.Palin‘s comments were widely reported.Among other places，a full text was published at：http://thepage.time.com/2011/01/12/palin-journalists-and-pundits-tried-to-manufacture-a-blood-libel/.

◎第12章

1.J.M.Weiss，“Effects of Coping Behavior in Different Warning Signal Conditions on Stress Pathology in Rats，”Journal of Comparative and Physiological Psychology 77（1971）：1-13；J.M.Weiss，“Effects of Coping Behavior With and Without a Feedback Signal on Stress Pathology in Rats，”Journal of Comparative and Physiological Psychology 77（1971）：22-30.

◎第13章

1.S.M.Kosslyn and W.L.Thompson，“Assessing Habitual Use of Dorsal Versus Ventral Brain Processes，”Biologically Inspired Cognitive Architectures 2（2012；e-pub August 9，2012）：68-76，doi.org/10.1016/j.bica.2012.07.007.

2.For further information about factor analysis，see：http://mplab.ucsd.edu/tutoria1s/FactorAnalysis.pdf；http://rtutorialseries.blogspot.com/2011/10/r-tutorial-series-exploratory-factor.html；and http://www.chem.duke.edu/~clochmu1/tutor1/factucmp.html.

3.S.D.Gosling，P.J.Rentfrow，and W.B.Swann，“A Very Brief Measure of the Big-Five Personality Domains，”Journal of Research in Personality 37（2003）：504-28，doi：10.1016/S0092-6566（03）00046-1.

4.L.R.Goldberg，“An Alternative‘Description of Personality’：The Big-Five Factor Structure，”Journal of Personality and Social Psychology 59（1990）：1216-29，doi：

10.1037/0022-3514.59.6.1216；R.R.McCrae and O.P.John，“An Introduction to the Five-Factor Model and Its Applications，”Journal of Personality 60（1992）：175-215，doi：10.1111/j.1467-6494.1992.tb00970.

5.O.Blazhenkova and M.Kozhevnikov，“The New Object-Spatial-Verbal Cognitive Style Model：Theory and Measurement，”Applied Cognitive Psychology 23（2009）：638-63.

6.D P.Crowne and D.Marlowe，“A New Scale of Social Desirability Independent of Psychopathology，”Journal of Consulting Psychology 24（1960）：349-54.

◎第14章

1.A.W.Woolley，J.R.Hackman，T.E.Jerde，C.F.Chabris，S.L.Bennett，and S.M.Kosslyn，“Using Brain-Based Measures to Compose Teams：How Individual Capabilities and Team Collaboration Strategies Jointly Shape Performance，”Social Neuroscience 2（2007）：96-105.

2.These computer-generated shapes were created by Scott Yu，then at Yale University，who was supervised by Michael J.Tarr and Isabel Gauthier，now at Carnegie Mellon University and Vanderbilt Univer-sity，respectively.For more information，see http://www.psy.vanderbilt.edu/faculty/gauthier/FoG/Greebles.

3.The new cognitive modes test，presented in the previous

chapter，did not exist at the time of this experiment.It characterizes the top-and bottom-brain systems as a whole，not just by the type of mental imagery that arises from each system.Hence，we cannot say with certainty that these people in general relied on Stimulator Mode and Perceiver Mode.

4.See S.M.Kosslyn，“On the Evolution of Human Motivation：The Role of Social Prosthetic Systems，”in Evolutionary Cognitive Neuroscience，edited by S.M.Platek，T.K.Shackelford，and J.P.Keenan（Cambridge，MA：MIT Press，2006），541-54；and S.M.Kosslyn，“Social Prosthetic Systems and Human Motivation：One Reason Why Cooperation Is Fundamentally Human，”in Evolution，Games and God：The Principle of Cooperation，edited by S.Coakley and M.Nowak（Cambridge，MA：Harvard University Press，2013）.

5.New York Times，August 5，2012.

6.S.M.Kosslyn，“On the Evolution of Human Motivation：The Role of Social Prosthetic Systems.”

参考文献

◎第1章

Kosslyn，Stephen M.，and Robin S.Rosenberg.Introducing Psychology：Brain，Person，Group.Boston：Pearson Learning Solutions，2011.

Thompson，Richard F.The Brain：A Neuroscience Primer，2nd ed.New York：W.H.Freeman，1993.

Ungerleider，Leslie G.，and Mortimer Mishkin.“Two Cortical Visual Systems.”In David J.Ingle，Melvyn A.Goodale，and Richard J.W.Mansfield，eds.，Analysis of Visual Behavior，549-86.Cambridge，MA：MIT Press，1982.

Wilson，Fraser，Séamas Scalaidhe，and Patricia Goldman-Rakic.“Dissociation of Object and Spatial Processing Domains in Primate Pre-Frontal Cortex.”Science 260（June 1993）：1955-58.

◎第2章

Clarke，Edwin，Kenneth Dewhurst，and Michael Jeffrey Aminoff.An Illustrated History of Brain Function：Imaging the Brain from Antiquity to the Present.San Francisco：Norman Publishing，1996.

Dronkers，Nina F.，Odile Plaisant，Marie-Thérèse Iba-Zizen，and Emmanuel A.Cabanis.“Paul Broca’s Historic Cases：High Resolution MR Imaging of the Brains of Leborgne and Lelong.”Brain：A Journal of Neurology（2007）5：1432-41.

Finger，Stanley.Origins of Neuroscience：A History of Explorations into Brain Function.New York：Oxford University Press，1994.

Call，F.J.，and J.G.Spurzheim，Anatomie et physionomie du système nerveux en général et du cerueau en particulier.Premier volume.Paris，F.Schoell，1810；F.J.Gall and J.G.Spurzheim，vol.2，1812；F.J.Gall，vol.3，1818；F.J.Gall，vol.4，1819.

Gross，Charles G.“Early History of Neuroscience.”In Encyclopedia of Neuroscience，edited by George Adelman.Cambridge，MA：Birkh？user Boston，1987.

——.“Aristotle on the Brain.”The Neuroscientist 1（1995）：245-50.

Hebb，Donald O.The Organization of Behavior：A Neuropsychological Theory.New York：Wiley，1949.

James，William.The Principles of Psychology.New York：Henry Holt，1890.Available online at，among other places，http://archive.org/details/the principlesofp0l jameuoft.

Kosslyn，Stephen M.“Seeing and Imagining in the Cerebral Hemispheres：A Computational Approach.”Psychological Review

94（1985）：148-75.

——“You Can Play 20Questions with Nature and Win：Categorical Versus Coordinate Spatial Relations as a Case Study.”Neuropsychologia 44（2006）.1519-23.

Laeng，Bruno.（1994）.“Lateralization of Categorical and Coordinate Spatial Functions：A Study of Unilateral Stroke Patients.”Journal of Cognitive Neuroscience 6（1994）：189-203.

Molnar，Zoltán.“Thomas Willis（1621-1675），the Founder of Clinical Neuroscience.”Nature Reviews Neuroscience（2004）：329-35.

Morse，Minna.“The Much-Maligned Theory of Phrenology Gets a Tip of the Hat from Modern Neuroscience.”Smithsonian，October 1997.www.smithsonianmag.com/history-archaeology/object_oct97.html.

O’Connor，James P.B.“Thomas Willis and the Background to Cerebri Ana-tome.”Journal of the Royal Society of Medicine 96（2003）：139-53.

Pevsner，Jonathan.“Leonardo da Vinci’s Contributions to Neuroscience.”Trends in Neuroscience（2002）：217-20.

Pohl，Walter.“Dissociation of Spatial Discrimination Deficits Following Frontal and Parietal Lesions in Monkeys.”Journal of Comparative and physiological Psychology 82（1973）：227-39.

Rahimi，Scott Y.，Dennis E.McDonnell，Amir Ahmadian，and John R.Vender.“Medieval Neurosurgery：Contributions from the Middle East，Spain and Persia.”Neurosurgical Focus 23（2007）：1-4.

Rueckl，Jay G.，Kyle R.Cave，and Stephen M.Kosslyn.“Why Are‘What’and‘Where’Processed by Separate Cortical Visual Systems？A Computational Investigation.”Journal of Cognitive Neuroscience 1（1989）：171-86.

Treisman，Anne，and Garry Gelade.“A Feature-Integration Theory of Attention.”Cognitive Psychology 12（1980）：97-136.

These works help inform the historical perspective of this book：

Allen，Richard.“David Hartley.”The Stanford Encyclopedia of Philosophy，edited by Edward N.Zalta.2009，http://plato.stanford.edu/archives/sum2009/entries/hartley/.

Arnott，Robert，Stanley Finger，and Christopher Upham Murray Smith，eds.Trepanation：History，Discovery，Theory.Lisse，Netherlands：Swets&Zeitlinger，2005.

Broca skull fragment photo：http://scienceblogs.com/neurophilosophy/2008/01/an_illustrated_history of_trep.php.

Hooke，Robert.Micrographia：Some Physiological Descriptions of Minute Bod-ies Made by Magnifying Glasses with Observations and Inquiries Thereupon.Project Gutenberg eBook#15491，released 2005.Originally published in 1665.

Photographs of the Smith Papyrus：www.neurosurgery.org/cybermuseum/pre20th/epapyrus.html.

Rahimi，Scott Y.，Dennis E.McDonnell，Amir Ahmadian，and John R.Vender.“Medieval Neurosurgery：Contributions from the Middle East，Spain，and Persia.”Neurosurgical Focus 23（2007）：1-4.

Wade，Nicholas，Marco Piccolino，and Adrian Simmons.“Alessandro Volta：1745-1827.”In Portraits of European Neuroscientists.http://neuropor-traits.eu/.2011.

Wilkins，Robert H.“Neurosurgical Classic-XVII：Edwin Smith Surgical Papyrus.”Journal of Neurosurgery 114（1964）：240-44.

◎第3章

Borst，Grégoire，William L.Thompson，and Stephen M.Kosslyn.“Under-standing the Dorsal and Ventral Systems of the Human Cerebral Cortex：Beyond Dichotomies.”American Psychologist 66，no.7（2011）：624-32.

Collice，Massimo，Rosa Collice，and Alessandro Riva.“Who Discovered the Sylvian Fissure？”Neurosurgery 65（2008）：623-28.

Goodale，Melvyn A.，and A.David Milner.“Separate Visual Pathways for Perception and Action.”Trends in Neurosciences 15（1992）：20-25.

Lehky，Sidney R.，Xinmiao Peng，Carrie J.McAdams，and Anne B.Sereno.“Spatial Modulation of Primate Inferotemporal Responses by Eye Position.”PLoS ONE 3（10）：e3492.doi：10.1371/journal.pone.0003492.

MacLean，Paul D.The Triune Brain in Evolution：Role in Paleocerebral Funac-tions.New York：Plenum Press，1990.

Sereno，Anne B.，and Silvia C.Amador.“Attention and Memory-Related Responses of Neurons in the Lateral Intraparietal Area During Spatial and Shape-Delayed Match-to-Sample Tasks.”Journal of Neurophysiology，95（2006）：1078-98.

Sylvius，Franciscus.Disputationem Medicarum.1663.

◎第4章

Aginsky，Vlada，Catherine Harris，Ronald A.Rensink，and Jack Beusmans.“Two Strategies for Learning a Route in a Driving Simulator.”Journal of Environmental Psychology 17（1997）：317-31.

Blazhenkova，Olesya，Maria Kozhevnikov，and Michael A.Motes.“Object-Spatial Imagery：A New Self-Report Imagery Questionnaire.”Applied Cognitive Psychology 20（2006）：239-63.

Blazhenkova，Olesya，and Maria Kozhevnikov.“The New Object-Spatial-Verbal Cognitive Style Model：Theory and Measurement.”Applied Cognitive Psychology 23（2009）：638-63.

——.“Visual-Object Ability：A New Dimension of Nonverbal Intelligence.”Cognition 117（2010）：276-301.

Blazhenkova，Olesya，Maria Kozhevnikov，and Michael Becker.“Object-Spatial Imagery and Verbal Cognitive Styles in Children and Adolescents.”Learning and Individual Differences 21（2011）：281-87.

Ekstrom，Ruth B.，John W.French，and Harry H.Harman.Manual for Kit of Factor Referenced Cognitive Tests.Princeton，NJ：Educational Testing Service，1976.

Kahneman，Daniel.Thinking，Fast and Slow.New York：Farrar，Straus&Giroux，2011.

Kosslyn，Stephen M.，William L.Thompson，and Giorgio Ganis.The Case for Mental Imagery.New York：Oxford University Press，2006.

Kozhevnikov，Maria，Mary Hegarty，and Richard E.Mayer.“Revising the Visualizer-Verbalizer Dimension：Evidence for Two Types of Visualiz-ers.”Cognition and Instruction 20（2002）：47-77.

Kozhevnikov，Maria，Stephen M.Kosslyn，and Jennifer Shephard.“Spatial Versus Object Visualizers：A New Characterization of Cognitive Style.”Memory and Cognition 33（2005）：710-26.

Levine，David N.，Joshua Warach，and Martha J.Farah.“Two Visual Systems in Mental Imagery：Dissociation of‘What’and‘Where’in

Imagery Disorders Due to Bilateral Posterior Cerebral Lesions.”Neurology 35（1985）：1010-18.

Motes，Michael A.，Rafael Malach，and Maria Kozhevnikov.“Object-Processing Neural Efficiency Differentiates Object from Spatial Visualizers.”NeuroReport 19（2008）：1727-31.

Rouw，Romke，Stephen M.Kosslyn，and Ronald Hamel.“Detecting High-Level and Low-Level Properties in Visual Images and Visual Percepts.”Cognition 63（1997）：209-26.

Shepard，Roger N.，and Jacqueline Metzler.“Mental Rotation of Three-Dimensional Objects.”Science 191（1971）：952-54.

Woolley，Anita W.，J.Richard Hackman，Thomas E.Jerde，Christopher F.Chabris，Sean L.Bennett，and Stephen M.Kosslyn.“Using Brain-Based Measures to Compose Teams：How Individual Capabilities and Team Collaboration Strategies Jointly Shape Performance.”Social Neuroscience 2（2007）：96-105.

◎第5章

Roger W.Sperry and His Work

Bogen，Joseph E.“The Neurosurgeon’s Interest in the Corpus Callosum.”In A History of Neurosurgery：In Its Scientific and Professional Contexts，edited by S.H.Greenblatt，489-98.Stuttgart：Thieme，1997.

"Joseph E.Bogen."In The History of Neuroscience in Autobiography，vol.5，edited by L.R.Squire，47-122.Amsterdam：Elsevier，2006.

Bogen，Joseph E.，E.D.Fisher，and P.J.Vogel."Cerebral Commissurotomy：A Second Case Report."Journal of the American Medical Association 194（1965）：1328-29.

Gazzaniga，Michael S.，Joseph E.Bogen，and Roger W.Sperry."Some Functional Aspects of Sectioning the Cerebral Commissures in Man."Proceedings of the National Academy of Sciences 48（1962）：1765-69.

——."Laterality Effects in Somesthesis Following Cerebral Commissurotomy in Man."Neuropsychologia 1（1963）：209-15.

——."Observations on Visual Perception After Disconnexion of the Cerebral Hemispheres in Man."Brain 88（1965）：221-36.

Gordon，H.W.，Joseph E.Bogen，and Roger W.Sperry."Absence of Deconnexion Syndrome in Two Patients with Partial Section of the Neocommisures."Brain 94（1971）：327-36.

Slade，Margot，and Eva Hoffman."Brainwork Is Rewarding Work."New York Times，October 11，1981.

Sperry，Roger W.（1961）."Cerebral Organization and Behavior：The Split Brain Behaves in Many Respects Like Two Separate Brains，Providing New Research Possibilities."Science 133（1961）：1749-57.

——.“Brain Bisection and Mechanisms of Consciousness.”In Brain and Conscious Experience：Study Week：September 28to October 4，1964，of the Pontificia Academia Scientiarum in Rome，edited by J.C.Eccles，298-313.New York：Springer Verlag，1965.

——.“Brain Research：Some Head-Splitting Implications.”The Voice 15（1965）：11-16.

——.“Lateral Specialization in the Surgically Separated Hemispheres.”In Third Neurosciences Study Program，edited by F.Schmitt and F.Worden，5-19.Cambridge，MA：MIT Press，1974.

——.“Mind-Brain Interaction：Mentalism，Yes；Dualism，No.”Neuroscience 5，no.2（1980）：195-206.

——.“Some Effects of Disconnecting the Cerebral Hemispheres.”Nobel Lecture，Nobel Prize in Physiology or Medicine 1981，www.nobelprize.org/nobel-prizes/medicine/laureates/1981/sperry-lecture_en.html#.

——.“Science and Moral Priority：Merging Mind，Brain and Human Values.”Convergence，vol.4（Ser.ed.Ruth Anshen）.New York：Columbia University Press，1982.

——.“Consciousness，Personal Identity and the Divided Brain.”Neuro-psychologia 22（1984）：661-73.

Sperry，Roger W.，and Michael S.Gazzaniga.“Language Following Surgi-cal Disconnection of the Hemispheres.”In Brain Mechanisms Underlying Speech and Language，edited by

D.Millikan，108-21.New York：Grune&Stratton，1967.

Origins of the Left，Right Theory

Coleman，Daniel.“Split-Brain Psychology——Fad of the Year.”Psychology Today 11（1977）：88-90.

Mitzberg，Henry.“Planning on the Left Side and Managing on the Right.”Harvard Business Review 54（1976）：49-58.

Life Magazine began publishing its dramatically illustrated five-part series about the brain on October 1，1971.

Ornstein，Robert E.The Psychology of Consciousness.San Francisco：W.H.Freeman&Company，1972.

Time，“Hemispherical Thinker，”about Robert E.Ornstein，July 8，1974.

Pines，Maya.“We Are Left-Brained or Right-Brained；Two Astonishingly Different Persons Inhabit Our Heads.”New York Times Magazine，September 9，1973.

Brain Myths and Urban Legends

Harnad，Stevan，and Horst D.Steklis.“Comment on J.Paredes and M.Hepburn’s‘The Split Brain and the Culture-and-Cognition Paradox.”Current Anthropology 17（1976）：320-22.

Hines，Terence.“Left Brain/Right Brain Mythology and Implications for Management and Training.”Academy of Management

Review 12（1987）：600-06.

Milner，Brenda.“Interhemispheric Differences in the Localization of Psychological Processes in Man.”British Medical Bulletin 27（1971）：272-77.

Ornstein，Robert E.The Right Mind：Making Sense of the Hemispheres.New York：Harcourt Brace&Company，1997.

Pietschnig，Jakob，Martin Voracek，and Anton K.Formann.“Mozart Effect-Shmozart Effect：A Meta-Analysis.”Intelligence 38（2009）：314-23.

Pink，Daniel H.A Whole New Mind：Moving from the Information Age to the Conceptual Age.New York：Riverhead，2005.

Wieder，Charles G.“The Left-Brain/Right-Brain Model of Mind：Ancient Myth in Modern Garb.”Visual Arts Research 10（1984）：66-72.

General Background

Kosslyn，Stephen M.，and Olivier Koenig.Wet Mind：The New Cognitive Neuroscience.New York：Free Press，1992and 1995.

Springer，Sally P.，and Georg Deutsch.Left Brain，Right Brain：Perspectives from Cognitive Neuroscience.New York：W.H.Freeman and Company，1981and 1998.

◎第6章

Gregory，Richard L.“The Brain as an Engineering Problem.”In Current Problems in Animal Behavioun，edited by W.H.Thorpe and O.L.Zang-will.Cambridge：Cambridge University Press，1961.

Macmillan，Malcolm.An Odd Kind of Fame：Stories of Phineas Gage.Cambridge，MA：MIT Press，2002.

◎第7章

Biederman，Irving，and Maggie M.Shiffrar.“Sexing Day-Old Chicks：A Case Study and Expert Systems Analysis of a Difficult Perceptual-Learning Task.”Journal of Experimental Psychology：Learning，Memory，and Cognition 13（1987）：640-45.

Bouchard，Thomas J.，Jr.“Genetic Influence on Human Psychological Traits：A Survey.”Current Directions in Psychological Science 13（2004）：148-51.Ericsson，K.Anders，William G.Chase，and Steve Faloon.“Acquisition of a Memory Skill.”Science 208（1980）：1181-82.

Kagan，Jerome，and Nancy Snidman.“Early Childhood Predictors of Adult Anxiety Disorders，”Biological Psychiatry（1999）：1536-41.

Kagan，Jerome.Galen’s Prophecy：Temperament in Human Nature.New York：Basic Books，1994.

Plomin，Robert，John C.DeFries，Valerie S.Knopik，and Jenae M.Neiderhiser.Behavioral Genetics，6th ed.New York：Worth

Publishing，2012.

McManis，Mark H.，Jerome Kagan，Nancy C.Snidman，and Sue A.Woodward.“EEG Asymmetry，Power，and Temperament in Children.”Developmental Psychobiology 41（2002）：169-77.

Saudino，Kim J.“Behavioral Genetics and Child Temperament.”Journal of Developmental and Behavioral Pediatrics 26（2005）：214-23.

◎第8章

Biederman，Irving，and Maggie M.Shiffrar.“Sexing Day-Old Chicks：A Case Study and Expert Systems Analysis of a Difficult Perceptual-Learning Task.”Journal of Experimental Psychology：Learning，Memory，and Cognition 13（1987）：640-45.

Bouchard，Thomas J.，Jr.“Genetic Influence on Human Psychological Traits：A Survey.”Current Directions in Psychological Science 13（2004）：148-51.

Committee on Support for Thinking Spatially.Learning to Think Spatially：GIS as a Support System in the K-12Curriculum.Washington，DC：National Academies Press，2006.

Ericsson，K.Anders，William G.Chase，and Steve Faloon.“Acquisition of a Memory Skill.”Science 208（1980）：1181-82.

Ericsson，K.Anders，V.Patel，and Walter Kintsch.“How Experts’Adapta-tions to Representative Task Demands Account for the Expertise in Memory Recall：Comment on Vicente and Wang（1998）.”Psychological Review 107（2000）：578-92.

Hu，Yi，K.Anders Ericsson，Dan Yang，and Chao Lu.“Superior Self-Paced Memorization of Digits in Spite of a Normal Digit Span：The Structure of a Memorist’s Skill.”Journal of Experimental Psychology 35（2009）：1426-42.

Kagan，Jerome.Galen’s Prophecy：Temperament in Human Nature.New York：Basic Books，1994.

Kagan，Jerome，and Nancy Snidman.“Early Childhood Predictors of Adult Anxiety Disorders.”Biological Psychiatry 46（1999）：1536-41.

Kagan，Jerome，Nancy Snidman，Marcel Zentner，and Eric Peterson.“In-fant Temperament and Anxious Symptoms in School Age Children.”Developmental Psychopathology 11（1999）：209-24.

McManis，Mark H.，Jerome Kagan，Nancy C.Snidman，and Sue A.Woodward.“EEG Asymmetry，Power，and Temperament in Children.”Developmental Psychobiology 41（2002）：169-77.

Saudino，Kim J.“Behavioral Genetics and Child Temperament.”Journal of Developmental and Behavioral Pediatrics 26（2005）：214-23.

Wright，Rebecca，William L.Thompson，Giorgio Ganis，Nora

S.Newcombe，and Stephen M.Kosslyn.“Training Generalized Spatial Skills.”Psychonomic Bulletin and Review 15（2008）：763-71.

◎第9章

Bloomberg，Michael，with Matthew Winkler.Bloomberg by Bloomberg.New York：John Wiley&Sons，1997and 2001.

Bumiller，Elizabeth.“With Attention Money Can Buy，Bloomberg Kicks Off Campaign.”NewYork Times，June 7，2001.

Freedman，Russell.The Wright Brothers：How They Invented the Airplane.New York：Holiday House，1991.

Purnick，Joyce.Mike Bloomberg：Money，Power，Politics.New York：Public Af-fairs，2009.

◎第11章

Bosman，Julie.“Emphasizing Frugal Tastes，Palin Addresses Clothing Issue.”New York Times，October 26，2008.

Healy，Patrick，and Michael Luo.“$150，000Wardrobe for Palin May Alter Tailor-Made Image.”New York Times，October 22，2008.

Hoffman，Abbie.The Autobiography of Abbie Hoffman.New York：Four Walls，Eight Windows，1980and 2000.

Palin，Sarah.Going Rogue：An American Life.New York：

HarperCollins，2009.

Zeleny，Jeff，and Michael D.Shear.“Palin Joins Debate on Heated Speech with Words That Stir New Controversy.”New York Times，January 12，2011.

A summary of several polls on Sarah Palin and the 2008presidential election is found atwww.pollingreport.com/wh08.htm.

◎第12章

A timeline of baseball’s steroid scandal is at http://nbcsports.msnbc.com/id/22247395/.

Heymann，C.David.Liz：An Intimate Biography of Elizabeth Taylor.New York：Carol Publishing Group，1995.

Hutchinson，Bill，and Corky Siemaszko.“A-Rod Rocker-Shocker！Fitness Model，Boston Babe on Alex’s Roster.”New York Daily News，July 9，2008.

Roberts，Selena.A-Rod：The Many Lives of Alex Rodriguez.New York HarperCollins，2009.

Schmidt，Michael S.“For Rodriguez and Yankees，Another Bout of Disclo-sure.”New York Times，March 1，2010.The initial report was posted or www.nytimes.com on February 28，2010.

Verducci，Tom.“Rodriguez Trades Shortstop Legacy for

Pinstripes，Cham-pionship Prospect.”Sports Illustrated，February 17，2004.

Weiss，J.M.“Effects of Coping Behavior in Different Warning Signa Conditions on Stress Pathology in Rats.”Journal of Comparative and Physiological Psychology 77（1971）：1-13.

——.“Effects of Coping Behavior With and Without a Feedback Signal on Stress Pathology in Rats.”Journal of Comparative and Physiological Psychology 77（1971）：22-30.

◎第13章

Blazhenkova，Olesya，and Maria Kozhevnikov.“The New Object-Spatial-Verbal Cognitive Style Model：Theory and Measurement.”Applied Cognitive Psychology 23（2009）：638-63.

Crowne，Douglas P.，and David Marlowe.“A New Scale of Social Desirability Independent of Psychopathology.”Journal of Consulting Psychology 24（1960）：349-54.

Goldberg，Lewis R.“An Alternative‘Description of Personality’：The Big-Five Factor Structure.”Journal of Personality and Social Psychology 59（1990）：1216-29，doi：10.1037/0022-3514.59.6.1216.

Gosling，Samuel D.，Peter J.Rentfrow，and William B.Swann.“A Very Brief Measure of the Big-Five Personality Domains.”Journal of Research in Personality 37（2003）：504-28，doi：10.1016/

S0092-6566（03）00046-1.

Kosslyn，Stephen M.，and William L.Thompson.“Assessing Habitual Use of Dorsal versus Ventral Brain Processes.”Biologically Inspired Cognitive Architectures（ePub August 9，2012），2，68-76，dci.org/10.1016/j.bica.2012.07.007.

McCrae，Robert R.，and Oliver P.John.“An Introduction to the Five-Factor Model and Its Applications.”Journal of Personality 60（1992）：175-215，doi：10.1111/j.1467-6494.1992.tb00970.

◎第14章

Gleick，James.“Auto Correct This！”NewYork Times，August 5，2012，Sunday Review section，

Kosslyn，Stephen M.“On the Evolution of Human Motivation：The Role of Social Prosthetic Systems.”In Evolutionary Cognitive Neuroscience，edited by S.M.Platek，T.K.Shackelford，and J.P.Keenan，541-54.Cambridge，MA：MIT Press，2006.

Sparrow，Betsy，Jenny Liu，and Daniel M.Wegner.“Google Effects on Memory：Cognitive Consequences of Having Information at Our Fingertips.”Science（2011）：776-78.

Wegner，Daniel M.，Toni Giuliano，and Paula Hertel.“Cognitive Interde-pendence in Close Relationships.”In Compatible and Incompatible Rela-tionships，edited by W.J.Ickes，253-76.New York：Springer Verlag，1985.

Woolley，Anita W. ，J.Richard Hackman，Thomas E.Jerde，Christopher F.Chabris，Sean L.Bennett，and Stephen M.Kosslyn.“Using Brain-Based Measures to Compose Teams：How Individual Capabilities and Team Collaboration Strategies Jointly Shape Performance.”Social Neuroscience 2（2007）96-105.

作者按

这次合作始于一个秋日的下午，地点是哈佛大学的教学楼。斯蒂芬是哈佛大学社会科学系主任。他的职责包括管理他在心理系的实验室，并在麻省综合医院神经科担任副教授。对哈佛大学来说，韦恩并不陌生。他毕业于这个学校，之前就撰写了两本关于哈佛大学医学院和附属于哈佛大学的波士顿儿童医院的领军人物的书籍。

斯蒂芬正在寻找一位可以帮助他将认知模式新理论带给广大读者的合著者。韦恩被这个理论和基本原理以及对“流行的左右半脑的说法只是一个故事”的争论激起了兴趣。像很多人一样，韦恩假定它是一条自然法则。但他不认为斯蒂芬这位头脑清晰的作家兼科学家需要别人的帮助。斯蒂芬并不赞同韦恩的观点；他觉得他可以写得条理清晰，却不知道如何做到适合普通读者。初次见面之后，他们改天又在斯蒂芬另一间位于威廉·詹姆斯会堂八楼的办公室进行了会谈，会谈的时间很长，会谈之后还用了晚餐。最后，科学家和作家达成共识：这一合作可以启动。

合作的确启动了，而且花费了不少精力，持续了好几个月。之后，斯蒂芬离开哈佛大学去了斯坦福大学（接着，最近又因为新大学诞生于旧金山而离开斯坦福，这个新大学是密涅瓦计划的一部分），韦恩则留在新英格兰，可以说他们的合作横跨了一个大陆。两个人在新英格兰和其他地方见了几次面，但这本书主要是从上百份电子邮件和上百个电话会谈，当然，还有从孤独的写作中演变而来。思路反复变化，然后才敲定大纲，之后才变成草稿，再之后才有更多的草稿，通过编辑最后才形成了这本你正在阅读的书籍。我们激烈地争论词句的选择、内容和细节，哪些原理是多余的而哪些又太少了，也就是说，要权衡很多问题。所有这些都意味着我们两人经常以行动者模式处事，偶尔会突然转换到

刺激者模式。说真的，有很多次，斯蒂芬转换到有教授风范的感知者模式，而韦恩则转换到适应者模式（忠实地编辑斯蒂芬的文字，使它们简明易懂并有趣）。

考虑到斯蒂芬来自科学界而韦恩来自公众，我们之间不可避免地会产生异议，但我们总是很有绅士风度地、友善地解决问题。我们连一场争论甚至一次激烈的对话（或电子邮件）都记不起来了，可能是我们忘记了。我们拥有一个共同的目标，并清楚地认识到彼此的优势。尽管我们从未像这样讨论过我们的合作，但我们的例子能够生动地解释“社会假体”：韦恩提供了斯蒂芬所不擅长的贴切措辞，而斯蒂芬则提供韦恩所欠缺的科学专业知识。

不仅如此，我们在这个过程中发展了友谊……在友谊的基础上，进一步合作指日可待。

雷夫·萨格林（Rafe Sagalyn）是斯蒂芬的代理人，他将两位作者带到了一起。乔恩·卡普（Jon Karp），现在是西蒙与舒斯特公司的出版商，编辑了韦恩的4本书，包括两本以医学世界为背景的非虚构类叙述性作品（那时乔恩在兰登书屋）。所以，我们共同感谢乔恩和雷夫，感谢他们对我们的信任。我们也要感激在CIM/Sagalyn的莎伦·奥尼尔（Shannon O’Neil）和丽贝卡·萨格林（Rebecca Sagalyn）。我们也要感谢编辑卡伦·汤普森·沃克（Karen Thompson Walker），她在接到这本书之后离开了西蒙与舒斯特公司，并将全部精力放在她首次出版的书籍《奇迹的时代》（The Age of Miracles）上。嘉琳·马科斯（Karyn Marcus）接手了我们的草稿，从那时起她就一直和蔼又耐心地指导我们。感谢你，嘉琳，你对结构和风格的建议总是那么的精辟和独到。我们还要感谢西蒙与舒斯特公司的助理编辑尼古拉斯·格林（Nicholas Greene），前助理市场经理雷切尔·安杜哈尔（Rachelle Andujar）和她

的后继者斯蒂芬·贝德福德（Stephen Bedford）和玛丽·肯特（Marie Kent），宣传人员凯特·盖尔斯（Kate Gales），封面设计师克里斯托弗·林（Christopher Lin），室内设计师鲁斯·李梅（Ruth Lee-Mui），文字编辑珍妮特·伯恩（Janet Byrne），制作索引的朱迪斯·汉考克（Judith Hancock）和法律顾问艾米丽·雷米斯（Emily Remes）。这是一个非常出色的合作团队。

我们也非常感谢那些花费宝贵时间来阅读这本书的早期版本，并和我们讨论重要观点的朋友和同事。鲁斯特·博布罗（Rusty Bobrow）、乔恩·柯克斯（Jon Cox）、杰弗瑞·艾普斯坦（Jeffrey Epstein）、丹·吉尔伯特（Dan Gilbert）、戴维·科斯林（David Kosslyn）、贾斯汀·科斯林（Justin Kosslyn）、史蒂文·平克（Steven Pinker）和罗宾·罗森伯格（Robin Rosenberg）给我们提供了巨大的帮助。我们对这些人的感谢并不意味着他们一定赞同这最后的成果！

在个人方面，斯蒂芬想要感谢他的妻子和合作者罗宾·罗森伯格（杰出的临床心理学家、教科书作者、研究“超级英雄心理学”的心理学家），以及那些让这项工作得以实现的合作者们，尤其是威廉·汤普森（William Thompson）和格雷格尔·博斯特（Gregoire Borst）。

韦恩首先要感谢尤加达·加布里埃尔（Yolanda Gabrielle）对他痴迷写作的支持和宽容，以及她来自治疗师这一职业的对认知行为的理解。他感谢萨乌瑞吉纳大学的简·格雷迪（Jane Gerety）和M·特雷泽·安东尼（M.Therese Antone），以及克里斯汀·亨德里克森（Kristine Hendrickson），以及国际关系和公共政策佩尔中心的吉姆·路德斯（Jim Ludes）和特雷莎·哈斯（Teresa Haas）。感谢《普罗维登斯杂志》（The Providence Journal）那些长期支持他写作的人：霍华德·萨顿（Howard Sutton）、汤姆·赫斯林（Tom Heslin）、卡伦·博德勒乌

（Karen Bordeleau）、苏·阿勒森（Sue Areson）、约翰·科斯切娃（John Kostrzewa）、汤姆·穆尼（Tom Mooney），鲍勃·克尔（Bob kerr）和比尔·雷诺兹（Bill Reynolds）。还有他的电影剧本创作的伙伴杜鲁·史密斯（Drew Smith），最后，他要感激他长期的洛杉矶代理人和朋友迈克尔·普雷维特（Michael Prevett）。

——斯蒂芬M.科斯林和G.韦恩·米勒

作者简介

斯蒂芬M.科斯林（Stephen M.Kosslyn）在凯特研究所密涅瓦学校创建之初就担任院长。他曾是斯坦福大学行为科学高级研究中心的主任，也是一位心理学教授。在此之前，他在哈佛大学从事教学工作超过30年，同时担任心理系主任和社会科学院院长，他也是麻省综合医院神经科的心理学系副教授。科斯林在加利福尼亚大学洛杉矶分校获得学士学位，在斯坦福大学获得博士学位，专业都是心理学。他是另外13本书和300多篇主题范围从视觉心理意象到认知神经基础的论文的作者或联合作者。科斯林荣获了美国心理学协会的博伊德·麦克坎德莱斯青年科学家奖、国家科学院的研究奖、卡特尔奖、古根汉奖学金、让-路易斯·西尼奥雷奖（法国）。他还是（法国）卡昂大学、巴黎第五大学（索邦）和伯尔尼大学（瑞士）的荣誉博士，并入选实验心理学家协会和美国文理学院。科斯林热爱工作，但也有两个爱好：低音吉他（他弹得很好，足以和那些宽容的音乐朋友为伍）和法语（自从在巴黎住了一年之后，他一直和它在战斗）。

G.韦恩·米勒（G.Wayne Miller）是《普罗维登斯》杂志的特约撰稿人，纪录片导演，7本非小说类书籍、3本小说和3本短篇小说集的作者。他多次获奖，最近的奖项是罗德岛州国际电影节的2013年罗杰·威廉姆斯独立奖，同时也是入围2014年普利策“公共服务奖”的《普罗维登斯》杂志团队的一员。他撰稿和制作的3个纪录片在美国公共广播公司播出，其中包括《普罗维登斯》杂志制作的以伊拉克和阿富汗战争老兵为内容的纪录片《回家》（Coming Home）。《回家》在2012年被提名新英格兰艾美奖，获得了一个地区性的爱德华·默罗奖。米勒还是沙尔瓦·瑞金纳大学国际关系和公共政策佩尔中心的访问学者，是这个中心的

公共广场项目（publicsroty.org）中《故事》节目的创建者和联合导演，是校董会的前董事，是现在罗德岛州哈里斯维尔的杰西M.史密斯记忆库的名誉董事。他活跃在其他众多公共事务中。他很享受与尤加达·加布里埃尔一起的海边旅行和在海边度过的时间，尤其是新英格兰海岸。你可以在gwaynemiller.com上访问他。



从现在起，抛掉旧观念，和科学家一起证明，大脑可以越来越聪明！



你的大脑，你的生产力



Make Your Brain Smarter

Increase Your Brain's Creativity, Energy, and Focus

[美] 桑德拉·邦德·查普曼博士（Sandra Bond Chapman，Ph.D.） 雪莉·科克兰德（Shelly Kirkland） 著 杜芯宁 译

得克萨斯大学大脑健康中心顶级思想家

查普曼博士历时30余年的突破性研究证明

不论是年轻人还是老人，都可以将大脑变得更聪明



机械工业出版社
China Machine Press

你的大脑，你的生产力

Make Your Brain Smarter：Increase Your Brain’s Creativity,Energy,and Focus

（美）查普曼（Chapman,S.B.）　（美）科克兰德（Kirkland,S.）　著

杜芯宁　译

ISBN：978-7-111-49623-6

本书纸版由机械工业出版社于2015年出版，电子版由华章分社（北京华章图文信息有限公司，北京奥维博世图书发行有限公司）全球范围内制作与发行。

版权所有，侵权必究

客服热线：＋ 86-10-68995265

客服信箱：service@bbbvip.com

官方网址：www.bbbvip.com

新浪微博 @言商书局

腾讯微博 @bbb-vip

目录

赞誉

推荐序

前言

致谢

第一部分 发现额叶的前沿

01 大脑，你的生产力

02 额叶的健康规则

03 大脑检查

第二部分 最大化自己的认知能力

04 增强大脑的策略性习惯

05 增强综合推理能力，提升大脑性能

06 创新，激励思考

第三部分 让自己的大脑在任何年龄阶段都变得更聪明

07 即时世代，13～24岁

08 发现者一代，25～35岁；寻找者一代，36～45岁

09 思考者一代，46～65岁

10 通晓者一代，66～100岁以上

第四部分 注意损伤和疾病所造成的大脑“间隙”

11 损伤后修复和重构大脑

12 延缓老年痴呆症

第五部分 实现希望

13 开辟一条耀眼的道路，或向后倒退

注释

没有大脑健康，就没有真正的健康

赞誉

“与查普曼博士的合作是一个令人大开眼界的过程，我看到大脑健康与否能够那么容易被衡量，以及在各个年龄阶段保持大脑健康是多么重要。在一生之中，最大化我们的认知功能是可以实现的，同时也是做出优秀决策的一个重要措施。”

——约翰·米利亚乔（John Migliaccio），大都会保险公司人寿和老年学研究机构主任和助理总裁

“30年来，我每年都会体检，因此对大脑也进行一番检查是合情合理的。进行大脑健康检查让我感觉平静，因为我知道自己拥有了大脑功能的参考标准，未来出现任何问题都可以衡量。”

——丽达·希尔（Lyda Hill），慈善家

“当我了解了查普曼博士的研究之后，我立即意识到她的研究将是转变性的，将能提升所有年龄职业人士的大脑表现。作为人力资源的全球领袖，我一直在寻找方法扩展各个年龄群体的不同才能，这些才能经常处于一种开发不足的状态。促进大脑健康，公司和个人都将成为受益者。”

——辛西娅·布林克利（Cynthia Brinkley），

通用全球人力资源管理副总裁

“本书中介绍的深刻而有效的项目，利用相当简单而直接的策略增强读者的大脑能力。这个项目让我儿子开始相信自己，为他创造了一个追逐自己梦想的平台。我们发现他的大脑表现有了极大的进步，我知道这

些策略会在未来继续对他的生活产生积极影响，让他继续取得成功。”

——大卫·沃尔德里普（David Waldrep），企业家和父亲，他的儿子参加了青少年大脑高效表现训练项目

推荐序

近来最令我兴奋且激动的一次冒险经历，是有幸受托为海军陆战队提供关于如何提高大脑表现的培训——这是一群经过精心挑选的军队成员，致力于在所有领域的竞争中都占据领先地位。当我收到下面这封来自摩根的信时，不禁想到，还有什么能比一个优秀学员的话更适合做本书开篇语的呢？我希望这些话能激励读者，从今天开始，并在以后的每一天，都坚持挑战自我，使自己的大脑表现达到更高水平。

现代医学、科学和运动生理学的进步，使运动员们取得了许多骄人成就，而这些成就在10年前还被人们认为是不可能的。尤赛恩·博尔特（Usain Bolt）在奥运会比赛中打破了人类短跑纪录。马克·英格力斯（Mark Inglis）靠两条假肢登上了珠穆朗玛峰。人类比以前变得更强壮，跑得更快、更长，登得更高。

你有没有意识到，不论是身体竞技还是精神竞技，获胜者都是在训练中经受了最多痛苦的那个？冠军都有这样一种信念：无论付出什么代价，都要不惜一切赢得比赛。冠军渴望成为冠军，不论做什么，赢者都会成为赢者。如果我们像训练自己的身体一样专注训练自己的大脑，大脑会达到一种什么样的水平呢？

参观大脑健康中心让我学到了很多东西。首先，每个人都可以变得更聪明。其次，我可以思维更敏锐地参与战斗。最后，没有比这更重要的了——我不会失败，我可以变得更优秀，更强壮，更聪明。为什么？因为这完全取决于我自己，我会成功。

——摩根·勒特雷尔（Morgan Luttrell），海豹突击队成员

前言

当我说，你可以增强自己的大脑表现，人们会怀疑地看着我，不相信这是真的。真令人惊讶，竟然有这么多人怀疑这种说法，认为这是一种虚假的夸大。

最新的大脑科学发现显示，不论年轻人还是老人，实际上都能提高自己的智力。[1~7]作为一名认知神经科学家和得克萨斯大学达拉斯分校大脑健康中心的创办者和主要负责人，我一直致力于发现大脑怎么学习和思考效果最好，创伤后如何恢复和修复，以及如何避免能力退化。我们的目标是：将我们最重要器官——大脑——的惊人潜力最大限度地发挥出来。

我进行的研究和科学发现显示，几乎每个人都可以增加自己的智力资本，让认知潜力达到最大化。[8~15]这对你意味着什么？简单来说，你可以控制自己大脑的命运。你可以塑造自己的大脑额叶，即智力中枢，提升自己的智能。

你想不想：

·从今天开始更聪明地思考？

·学会避免那些会消耗认知潜能的习惯？

·持续增强自己的流体智力？

·认识到记忆力下降可能并不是剥夺自己最高水平思维生产力和认知创造力的罪魁祸首？

·增强自己促成改变的能力？

上面每个问题的答案都是——做一个了解大脑的人。通过学习如何将最新的大脑研究发现应用到自己的日常生活中，你可以培养出必要的思维敏捷性，应对今日所需面对的复杂问题以及将来遇到的未知问题。我会指导你改进自己的认知能力，提升大脑的最佳表现水平和智力资本。

■认知发现的无限前沿

过去30年来，我一直致力于发现各种方法，通过应用快速出现的创新研究来优化大脑健康，以改善人们的生活。在我同众多实验对象一起进行的研究中——这些实验对象包括但不限于健康的青少年和成年人；经历过创伤性大脑损伤，例如脑震荡或中风的人；患有大脑疾病，例如阿尔茨海默症或其他类型老年痴呆症的人；被确诊为自闭症或注意力缺陷的孩子——有两个关键发现令我感到震惊：

·可以明确的是，大脑额叶在培养大脑适应性、恢复认知功能、重新训练大脑以最大化其卓越能力方面贡献良多。

·科学发现应用于实际，对人们的生活产生有意义的影响，一般需要20～50年的时间。

而这正是我写作本书的原因。

没有人能接受自己的大脑退化，一天都不行。你绝对无法接受自己的心脏、眼睛或肺出现功能退化，所以你怎么能忍受自己最珍贵的内在资本发生这种能力下降呢？

如果你未能利用大脑那令人难以置信的巨大潜力，那么你就是在阻碍自己的成功。从本质上来说，你是在向后倒退，而不是开辟一条通向生产力提升、无限表现能力的闪耀道路。

人类的寿命在21世纪只会继续增长。一名医疗政策记者曾预言，到21世纪中叶[16]，美国人的平均寿命男性为86岁，女性为93岁，比现在的平均寿命多出十几年，而这仅仅是40年以后。这提出了许多伦理问题。当被问及这个问题时，人们会回应说，只要能拥有健康的思维，他们希望自己能尽可能活得长久，因为一个强健、高功能的大脑被认为是令人满意生活质量的基础。但令人惊讶的是，改进大脑认知功能的措施比心脏健康达到的水平至少落后了一个半世代。为了达到一种同身体寿命更加一致的大脑健康寿命，需要做的还有很多。这正是为什么大脑健康应该成为你的个人目标。

我毕生致力于研究大脑如何才能最好地吸收复杂信息，学会策略性地思考，以最佳水平进行创新。我下定决心要帮助人们增加和最大化他们的大脑能力。

■为什么是额叶

这本书会彻底改变你如何看待以及利用大脑额叶解决每天遇到的复杂问题。额叶是大脑中负责计划、决策、判断或其他执行功能的部分。你会了解一些最新的大脑研究发现，关于哪些额叶大脑习惯会在日常生活中阻碍清晰思考，哪些又有助于思考得更灵敏，而不是更困难。你会学习如何培养一种更强健的认知能力，如何深入而富有洞察力地处理信息，以及如何培养策略性思考，不断升级现有的大脑潜力。

坚持一项能锻炼大脑灵敏思考能力的大脑健康计划，永远没有年龄太大或太年轻之说。要想实现强健的额叶功能，需要付出综合且持续的努力，因为每个世代的强项和弱点各不相同。而且几乎没有哪个领域不能通过持续练习和恰当使用而得到改进，因此选择专注于哪个领域更加重要。

大脑认知健康每况愈下，是因为我们纵容其如此。对于大脑能力的退化，我们自身负有不可推卸的责任，因为未能尽力让自己的额叶保持应有的健康水平，没有采取并实行健康的大脑习惯，每天促进动态、灵活思考，没有充分利用大脑提供的有利条件。由于忽视和不恰当的维护，那么多大脑潜力流失，实在令人感到不安。当大脑能力逐渐下降时，这将会给你带来巨大的经济损失。据估计，习惯性的低大脑表现对美国国内生产总值造成了100万亿美元的损失。[17]

充满希望的部分在于，科学研究发现，一些大脑功能，例如问题解决、综合大观念、创新思考等，实际上可以随着年龄的增长而改进[18~22]。在延缓许多大脑认知功能的退化速度方面，例如由于缺乏练习和信心而导致学习新知识困难，你可以发挥一定的作用，无论年龄多大都如此。

今年你是想失去一些大脑价值，还是希望采取必要的措施，感受大脑进步？成为自己认知命运的掌控者。增加自己的生产力，提升成就，最大化自己的认知潜力，促进自己的经济状况。不要过虑了，更高效、更清晰、更聪明地思考并没有坏处。

更多方法和建议访问网站www.makeyourbrainsmarter.com。

致谢

我很早以前就想写这本书。这是一本关于如何利用大脑的未开发潜力，更灵活而长久思考的书；是一本关于各个年龄段和各行各业人们大脑认知健康的书籍。正所谓时机自会产生最好的结果。前几章中介绍的很多研究发现甚至直至一年之后才为人们所知或发表出来。这也说明了大脑研究的突破是多么迅速。

我毕生致力于最大化人类的认知潜力，多年来一直坚持如此。在这些年的研究过程中，我受到许多人的深刻影响和启发，包括我的家人和朋友、我的父母、大脑健康中心的研究团队，以及来自世界各地的优秀科学家们。我每天都带着一种全新的信念，努力解决这一巨大挑战——提升所有人的智力能力：由于脑损伤而使智力停滞不前或退化的人；被诊断患有大脑疾病的人；以及由于错误的标签或缺乏必要的知识，不知道自己能采取措施提升大脑表现而限制了自我潜力的人。我对这些人充满感激，他们展现出的人类思维拥有的巨大潜力，不断给我新的启发。

另外在写作这本书的过程中，还有一些人发挥了特殊作用，首先我要深深地感谢我的丈夫唐·查普曼，他的爱和鼓励从各个方面激励我完成这本书；其次是我的儿子，诺亚·查普曼，他一直非常担心我这么辛苦工作是否会耗尽自己的大脑；还要感谢我的姐姐希莉娅·施朗斯伯格，她对大脑健康中心的建立起到了必不可少的协助作用；以及休·麦卡锡，他不断鼓励我，并给这本书的创造过程增添了一丝幽默色彩。我还要对谢利·柯克兰那令人惊叹的思维能力和精神表示深切感谢，他不辞辛劳地对这本书进行了编辑加工。我还要衷心感谢约翰·哈特医生，德比·弗朗西斯，萨拉·舍尔科夫，珍妮弗·辛克兹，奥德特·拉克利，莫莉·基布勒，雅克·加米诺，洛里·库克，拉克沙·穆达尔，瑞贝卡·彼得森，以及得克萨斯大学

达拉斯分校大脑健康中心的每一位科学家和研究人员，他们承担了将大脑健康的研究发现应用于实践的重要工作，以改善人们的生活。另外我还要感谢克莱尔·加德纳帮助搜集和整理了本书所需的参考文献。

熟悉我的人知道，我已故的丈夫卡罗尔·邦德在我对这项毕生事业的不懈追求上影响巨大，他去世前曾要求我承诺完成博士学位，并有朝一日成立一个研究中心，专门用来帮助其他人。我非常感激我的导师汉纳·乌拉托瓦斯卡博士，是他教会我通过科学研究看到衰老大脑的持久性。

同时我还要感谢杜普里·米勒联合公司简·米勒·里奇和内纳·玛多尼亚提供的深入指导，并将这项计划交给最优秀的出版伙伴多米尼克·安富索和自由出版社的雪莉·谷川岳。我还必须感谢的一个人是黛比·邓洛普，她在得知这本书的写作计划后，立即将我介绍给了简。

作为结语，我想要特别感谢那些为了保卫我们的自由而勇敢献出自己生命的军人们，他们在实现最高大脑表现水平的道路上不懈努力，渴求实现最高的大脑表现水平。他们激励我扩展对大脑健康的研究视野，对此我深表感激。

第一部分　发现额叶的前沿

01　大脑，你的生产力

假设你是一个9岁的孩子，学习上有些问题，无法长时间集中精力。你无法专心致志于学业，说实话，你对课堂感到厌倦。

你进行了一次智商测试，智力被测定处于“平均”水平。在9岁这个年纪，仅仅是一些语言就限定、抑制了你的潜力，你被贴上“中等”“不聪明”的标签。感觉如何？受限？灰心？绝望？

之后的许多年，这个标签一直萦绕于你的内心，担心自己成为一个失败者的感觉变得越来越强烈。直到20岁的某一天，你意识到自己的智力绝对不是普通的——你实际上很聪明，甚至比身边的大多数同事都有能力。又过了30年，你成为一个非常成功、创新的经理人，创造力出众，拥有超群的经营能力。虽然取得了非同寻常的成就和常人难以匹敌的业绩，但少年时的那个标签一直阴魂不散；你仍一再把自己看作那个注定平庸的9岁孩子。成千上万的人都曾有过同样的故事。

智力是天生的、某种与生俱来、无法更改或变化的东西，这种想法曾深植于传统观念之中长达100年的时间。智商（IQ）测试仍然是决定教育等级、是否胜任工作和领导职位以及军队职责的主要依据。唯一没有随着时代与时俱进的就是智力的定义。而现在，这一切是该改变了。

大脑是人类最重要也是使用最普遍的器官，但它也被人们忽视得最严重。不要觉得自己大脑的功能和效能是无法改变的。你的大脑可以被改变，这取决于你自己。在科学上，大脑成长和重组自身的能力被称为神经可塑性。这意味着你的大脑从本质上来说是可塑，可被改变，具有

伸缩能力，灵活，富有弹性，且能够调整的。每个年龄阶段你都可以增强大脑的认知能力和脑容量——甚至老年时期也是如此。[1~3]我的目标就是激励读者持续不断地对自己的最大财富和自然资源——你的大脑——进行投入。

可悲的是，在涉及大脑的问题上，我们的很多思想和观点都是过时和落后的。

大脑对你的生产力有多重要？没有智能我们什么都做不了，对于这一点我们基本上没什么异议，但实际上，我们做的很多事情（或未能做到的很多事情）对实现大脑最大潜力都是有害的。

大脑是整个身体中最具改造性的部分，你可以通过每天利用它的方式对自己的大脑进行重构。

人们经常问我，“我该怎么做才能让自己的大脑保持健康？”但当我告知他们我的建议时，他们并不是特别乐于接受。有三个原因：

1.没有简单的方案。我们总是希望做一些简单的事情，例如每天完成一定数量的谜语，或服用某种神奇药物，从而让我们变得更聪明或保持大脑健康。但对于像大脑这么复杂的器官来说，简单的方案或练习并不会产生实质且持久的影响。

2.我们是习惯动物。我们习惯依靠自动、低水平的方法来接收、理解和回忆新信息，而不是利用大脑令人惊叹的综合能力。当我们能几乎分毫不差地记起各种信息时会为自己感到自豪，但其实我们真正该做的是深思熟虑地处理和重塑信息，成为创造性的思考者。当我们机械地完成任务时，大脑的连接并未得到持续增强。实际上，机械的思维习惯正一点点腐蚀大脑的潜力。

3.需要付出努力。大脑将我们所吸收内容中的观点转换成创新概念和方法时，需要付出极大努力。好消息在于你越经常进行深度思考，大脑进行更费力思考时就会越容易、越高效。[4~7]如果你对自己的大脑不断进行挑战，就会被激励着达到新的高度。

每个人都想活得长久，但前提条件是大脑仍能正常运行，自己能做各种决定。要做到这一点需要坚持进行恰当的大脑锻炼——而不是损耗大脑！要想变得更聪明，你需要学习并履行一些大脑习惯。

最新的大脑科学研究发现表明，不论是年轻人还是老年人，每个人其实都能提高自己的智力。

大脑科学是发展最迅速，发现最多的研究领域之一，而这很大程度上是因为人们要学习的东西实在太多了。大脑影像技术的进步使得实时查看大脑变化成为可能。但大脑研究仍然落后心脏健康研究至少20年的时间。我们对空间旅行和宇宙的了解甚至都超过了人们对大脑的了解。一般来说，科学研究产生某一大脑发现之后，至少需要20～40年的时间才能应用于实际生活中，从而改变医疗实践，推进政策更新，改善人们的生活。但我们自己的大脑实在等不了那么久。我们的大脑甚至连一天都不能等。损失会持续累积，直到有一天变得无可救药。我下定决心要改变这一局面。事实上，你能增强自己的思维能力，培养自己的大脑，让它变得比现在更聪明。我会向你展示应该怎么做。

人类在过去10年间对大脑的了解，超过以前所有年代的总和。

本书的基础由两个重要方面构成。第一个方面神经可塑性，我在前面简单介绍过，但在这里我想详细阐释一下这个词的意义。“神经可塑性”（neuroplasticity）这个单词源于“神经元”（neuron）和“可塑性”（plastic）两个词根。“神经元”指大脑中的神经细胞。“可塑性”一词

在《韦氏大辞典》中的意思是“能被塑造，能适应多种环境”。神经可塑性是指大脑通过产生新神经元，创造新神经通道，对自身进行重新组织和重构的潜力。

一直到几十年前，科学界仍普遍认为，每个人一生拥有的大脑细胞数量在出生时就已确定了，而发展新大脑连接的能力到青少年时期即告终止。但神经学家们最近已证明这两种流传广泛的看法都是不对的。每个人都可以对自己的大脑施加积极影响，产生新的大脑细胞，建立新的大脑连接。[8~12]

对神经可塑性的理解改变了大脑研究领域的面貌。在我研究生涯的早期，智力功能是固定的这种观点曾让我感到困惑不解。一次又一次，我目睹了许多人通过训练，大脑显示出进步——这里面既有大脑健康的人，也有大脑受到损伤的人，还包括那些被诊断患有大脑疾病的人。这些人的实际情况挑战了我在研究早期被教授的那些知识。多亏了神经可塑性，大脑改变或大脑修复受到年龄和损伤、疾病发生后的时间以及严重程度限制的观点被证明是错误的。

本书的第二个重要方面则是对大脑额叶的格外重视。在下一章你会对这一大脑区域的重要性有更多了解，我还发现了通过利用和挑战大脑额叶来扩展大脑认知潜力的一些具体方法。对于大脑退化，我们自己常常充当同谋者，因为没有尽力让额叶功能保持应有的健康水平，未能采用并履行健康的大脑习惯，同时也未能充分利用大脑提供的有利条件。

大脑能持续生长、变化，对自身进行重构、修复以及治愈。这是多么大的希望！

现在对大脑投资以及为将来进行认知储备的关键，很大程度上取决于额叶功能，以及它同其他脑区的深刻联系，同时还要终止许多有悖于

健康额叶功能的大脑习惯。关键是要养成调动额叶而非遮蔽额叶的习惯，建立强大的思维储备，重新思考和改进自己所处的环境，从而对大脑健康形成更有益的支持。

过度使用大脑＝未充分利用的潜力

人们今日的生活自相矛盾：我们在学校、家里以及办公室工作的时间越来越长；但从质量上来看，我们的思维生产力水平远未达到应有的水平——这是一个清晰的例子，说明越多并非越好。作为一个社会人，我们格外看重勤奋的职业道德，将吃苦耐劳、无休止的工作同更高的生产力联系起来。但这种工作时间同产出之间的不一致看起来就像一个悖论，让人难以理解。但其实这个说法应该是一种解脱。

真正重要的是高效大脑所创造的产品质量，而不是一个精疲力竭的大脑处理无休止的事项。想象一个为了备战马拉松而进行艰苦训练的运动员，早晨跑，晚上也跑。因为他相信自己跑得越勤奋，参加26.2英里[1]的马拉松比赛时状态就会越好。但人的身体跟大脑一样，都有自己的极限。经过几个星期的训练，他的身体开始出现严重的伤痛。经医生诊断，原因是某一身体部分因在训练中承担了过多压力而导致应力性骨折。即使是有益的事情，也过犹不及。大脑就跟人的身体一样，会过度劳累。对大脑来说，应松弛有度，形成一种平衡。

为了理解大脑认知潜力同生产力以及经济状况之间的关系，我创造了“大脑经济学”一词，来说明以下问题：

·低大脑表现导致的高经济成本。

·最佳大脑表现带来的巨大经济效益。

大脑经济学代表了你最丰富的天生资源对个人、职业以及社会整体

可能带来的效益。智能提高很小的程度就能带来丰厚而切实的巨大投资回报。例如，经济学家估计，停滞或低水平的大脑表现（低教育水平）所带来的高额经济负担，目前已对美国的国内生产总值（GDP）造成了约100万亿美元的损失。[13]

如果不能拉近大脑潜力同实际表现之间的差距，会对个人造成损失；会对你的职业造成损失，还会给家庭和公司造成损失；同时对大脑的整体健康也极为不利。简言之，习惯性的低水平大脑表现会对你发挥并保持高表现水平的能力产生损害，同时还会对你的经济状况产生极大的消极影响。

设身处地感受下面这些人所处的情境，他们揭示了一些关于大脑的重要教益，同以前人们广泛信奉的一些观点相悖。这些经验给他们的个人生活、经济状况、依靠他们生活的人以及他们所效力的公司都带来了极大益处。

谎言终结案例1

记忆力一旦开始下降，事业也就走到了尽头

菲尔觉得自己应该逐渐停止医疗工作了——不是因为他想这么做，而是他觉得自己的大脑需要他这么做。他今年62岁，感觉自己已无法准确记住多次来访病人的相关信息，而几十年来他一直以自己的这一能力为傲。在进行了一项大脑健康检查之后，他的自我质疑渐渐消失，这是一种特殊的全面评估，能对高级思维能力等关键领域的认知表现建立一种个人记录（第03章有更详细介绍）。令人放心的是，他在综合、构造抽象意义，产生创新性的问题解决办法等智力技能方面表现优异——这些技巧极为仰赖健康的额叶功能，对于高水平的治疗工作至关重要。菲尔的瞬时记忆表现平平，但认知水平绝不普通。他展现出极为敏锐的洞

察力和深刻的推理思考能力，而这些能力对他的职业认知需求更为重要。他超众的额叶功能，而不只是记忆力，能提供所需动力，确保他每天都能做出关乎生死的合理治疗决定，从而为病人提供优质的医疗服务。

大脑经济学：抽象思考和问题解决是比简单直接的记忆力更能反映一个强健大脑的核心思维处理过程。如果菲尔在62岁就退休，这对他的治疗工作及其受益者——他的病人——都将是一种莫大的损失。5年以后，他仍在自身领域保持领先水平，紧跟最新的治疗方法，坚持利用复杂的思考改善自己的大脑健康，每天都对其所在社区、他本人的健康以及社会经济产生积极的促进作用。

谎言终结案例2

沉思对有注意力缺陷/多动症（ADHD）的孩子
是最佳首选治疗方法，能有效改善他们的学习

14岁的托德小学时一直成绩良好，但到了中学，他的测验和家庭作业的成绩开始下降，一直不见起色。他的退步并不是由于学习不努力，而是因为使用了不恰当的策略来克服自己的注意力缺陷/多动症（ADHD）。

“我需要花几个小时的时间协助他完成家庭作业，”他母亲说，“不是因为他不愿学习，而是在面对大量信息时，很快就会招架不住。他一直努力试图记住许多知识点。”

“我有阅读问题，得出答案的过程非常吃力，”托德说，“我需要做出改变，提高自己的测验能力和阅读理解水平。”

经过10个课程的大脑训练，他学会了自上而下的思维处理过程，抓

住较大的概念，而不是将精力集中在死记硬背知识点上，自下而上地学习。托德开始从所学课程中构建抽象意义，思考问题的创新解决方法。不久，他完成家庭作业的时间降到了以前的1/5，成绩也恢复到A。

“通过训练，托德感觉更有自信，更有能力了，能更高效地消化、处理和利用信息。”他父亲说。

“训练后，我开始以一种不同的方式看待自己的家庭作业。”托德说，“做作业时大脑更活跃，尝试独立思考一些较大的想法，将任务一步步分解开来。学习变得更容易了，写作也变得更有创造性。最重要的是我各门课程的成绩都有了提高。”

大脑经济学：对概念进行转换的策略性思考，而非死记硬背式的学习，能提升有注意力缺陷多动症学生的集中力，产生单纯药物所无法达到的效果。对于有些人来说，甚至可以不再用药物。事实上，随着托德学习能力不断改进，他也逐渐停止用药，不再需要药物帮助他集中注意力了。想想学习成绩提高，控制辅导费用，以及削减药物需求所节省下来的成本。更重要的是，4年以后，托德重拾学习者和创造性思考者的自信，自我期待提升，为进入大学并在将来成为一名政治家的梦想而做着积极准备。

谎言终结案例3

记忆越精确，智力就越好

22岁的苏珊，在学校一直是一名成绩优异的学生，大学一毕业就被聘任为项目协调员，负责管理会议资料，安排日程。过了3年，她仍在同样的职位上，一直没有机会晋升。为什么？她对细节有着敏锐的关注，也一直因此受到重视和赏识。但她从来没有去挑战和锻炼自己的创新思维，提供新鲜的点子和方向。她接受的训练就是成为一个完美的资

料机器人——像一台计算机一样接收资料，吐出资料。她的创造性思维未能受到激发，获得成长。

在苏珊的例子中，她掌握细节和信息的卓越能力让她在一家优秀的公司有了一个很不错的起步。但不幸的是，由于智识未受到挑战，不能产生新颖创意，看到问题的大框架，她渐渐对工作感到无聊、挫败。她的职位需要确定关键决策的优先顺序，但由于所有的细节和步骤看起来都同等重要，她无法对资料进行删减和筛选，获取核心信息。由于她无法知悉更大的目标，就不能了解部分是如何适应整体，这让她感觉停滞不前，能力不足，无法融入公司的总体目标之中。

大脑经济学：年轻职业人疲于奔命，无法对未来形成高瞻远瞩的目标，这是因为他们一直禁锢于习惯性的机械学习方式中。他们培养的大脑能储存大量信息，却无法进行批判性思考，跳出当前思维模式，想出新路径和解决办法。整个国家的教育系统都在强化记忆事实性知识的重要性。公司现在必须提供恰当的培训环境，让年轻的职业人员学会获取并扩展自己的创造性潜力，否则他们的潜力就会像苏珊一样陷于停滞。

年轻优秀人才的工作流动率很大，聘用和培训替代者是一笔不菲的支出。频繁更换工作还会消耗潜在高水平表现者的能力，由于机会不足，缺少调动高层次策略性思考、权衡辨别能力以及动态问题解决能力的大脑挑战，使其才华不能得到充分开发。

质量重于数量。重要的不是你的信息容量有多少，而是如何利用自己知道的信息解决新问题，策划新方向。

谎言终结案例4

大脑用得越多，就会变得越强大

40岁的本是一家大公司的副总裁，最近感觉不堪重负。他一直将自己的大脑利用至极限，不断参加各种新课程，阅读最新的领导力书籍，逼迫它在同一时间完成大量任务，导致大脑接收信息严重超载。他的日程总是安排得满满当当，会议一个接着一个，奉行开门办公政策，他觉得公司大大小小所有问题都需要亲自负责。“我一直认为越努力利用自己的大脑就越好。”第一次见面时他同我这么说。

大脑经济学：实际上，“脑袋越用越灵，不用不灵”的传统看法被强调过度，而对很多人产生了适得其反的效果。我们使用（“过度使用”或许是一个更恰当的词语）自己大脑的方式如此随意、粗放和肤浅，以致无法培养和增强一种能辨别什么该追求，什么不该追求的思维。试图解决所有问题，而不是辨别哪些问题需要关注，哪些需要搁置一边，导致我们注意力涣散，大脑损耗增加。过度使用大脑会产生渐进性的有害作用。面对所有方向都火力全开，这会对大脑产生严重的损害，阻碍智力发育。

后退一步，休息一下，能让大脑在各种观念之间建立更深刻的连接；让大脑有一定的停工时间能产生更深刻的洞见，重要、深入的思考也能获得更丰富的成果。[14~15]高效利用大脑相当于增加思维生产力和更丰富的智力资源。

谎言终结案例5

衰老大脑会失去可塑能力—

可塑性指大脑修复自身，从损伤中复原的能力。

亚伦在自己50年前创办的企业中担任总裁，企业发展势头良好。81岁时他遭遇了一次中风，导致失语——由于大脑语言半球受到损伤，不能流利表达自己的想法。亚伦被医生告知自己再也不能回去工作了，大

部分原因在于他的年龄，同时还因为中风产生的认知后遗症，让他讲话困难。当我一年半后为了写作论文见到亚伦时，他严重抑郁，由于精神刺激过少，思维陷于“停滞”。

我问他有什么目标，他回答说自己非常希望能回去工作，但被医生告知自己的认知能力达不到要求。我对他进行了综合及吸收信息意义方面的评估，结果非常令人吃惊，他能从复杂信息中提炼抽象观念，虽然表达语言磕磕巴巴。高龄，又经历过一次中风，这种高水平的认知表现怎么可能？毕竟，我以前学到的知识认为衰老大脑的恢复能力极小，甚至完全没有。他高水平的大脑表现与人们目前对老年人大脑可塑能力的看法完全不符。他的认知能力绝对能重新回去工作。

经过两个月的训练，他以不全日工作的方式重返公司，并一直不断恢复，直到5年后去世。他儿子说，亚伦重获新生，能做出各种合理决定，使公司繁荣发展。

大脑经济学：我们的大脑在老年依旧拥有从创伤中恢复的能力——如果保持精神活跃更是如此。想象一下如果亚伦因为年龄和人们认为的卒中后遗症，以及大脑在受到损害一年后不能继续恢复的看法，而被当作一个残疾人会产生多少经济负担。但亚伦没有增加康复费用，而是充分利用了认知能在熟悉工作生活环境中恢复的有利条件。很明显，在老年阶段提升脑力产生的积极经济效益能节省大量花费。亚伦在中风后能重返工作，是因为他在一生中一直坚持通过复杂思考锻炼自己的大脑，从而建立了非常可观的认知资源。

亚伦和他的故事给我很大启发，我开始坚决反对以年龄为依据而对大脑恢复持有的消极观点；他强大的大脑健康状况给我极大的鼓舞，我在自己发表的第一篇文章中分享了他的故事。

低于平均水平的大脑表现（甚至大脑退化）的影响，会通过你的经济状况以及幸福感得到最充分的感知。

当人们问我大脑研究会在哪个领域产生最大影响时，我会快速回答，大脑研究不仅能帮助经历过大脑损伤或患有大脑疾病的人；甚至会对正常、健康的人产生更大影响，从青少年到20多岁的年轻人，再到婴儿潮一代，当然还包括那些年近百岁的老人。直到最近，科学家、医生和一般公众才开始关心健康人群的大脑状况。为什么？因为我们一直认为大脑问题只同脑损伤和脑疾病导致的大脑能力下降有关。即使没有大脑疾病，发现自己的认知弱点，接受不能被改变的事实（例如年龄较大时学习新知识的速度下降），促进关键领域的大脑能力也非常重要，从而达到最佳思维效能，这将会对生活的每个方面都产生极大益处。

各个年龄阶段人们的大脑思维状况（认知）对于整个国家来说是一个非常重要的议题，因此你再也不能忽视自己的大脑健康了。但传统观念认为，“如果没坏，就不要修”，所以很多人认为，如果某件事运行良好，就不要管它。但对你的大脑来说，普通和保持现状就是一种损害，损害你的思考追求，以及变得更聪明、活得更长久的追求。

大脑能力可被利用，以增加创造力和思维生产力。

大脑功能更健康，你就能更长时间地保持工作能力，对家庭、社区和国家的幸福和生产力做出巨大贡献。时间至关重要。无法实现大脑的潜能以及大脑能力的衰退，会随着年龄的增长而变得越来越严重。掌控自己的思维指挥中心，让改善思考成为一项可达成的任务，这一切都取决于你。

对自己大脑的将来进行投资，尤其是大脑的额叶至关重要，因为这个精密的系统是思考潜力的控制中心。你会在下一章进一步了解到，复

杂的额叶网络是大脑无可置疑的总指挥官。[16~21]你的额叶必须保持高效、富有生产力以及动态灵活，以使大脑潜力和你的个人潜力实现最大化。

是什么剥夺了你的思维生产力？我猜你会跟很多人一样这么回答：

·需要浏览太多邮件

·需要吸收太多信息

·他人的大量要求

·待办事项过多

·持续不断的干扰

·缺乏睡眠

·注意力过于涣散

·单调乏味、没有中心的会议

·变化太快

·夜晚活动太多

·大脑无法停止思考

成为自己大脑健康的管理者，你会获得诸多收获——生病和旷课旷工次数减少，压力和大脑疲劳减轻，效率增加。美国最近目睹了创新数量的显著下降，来自其他国家的竞争愈发激烈。但如果国民的智能增加，任何国家都能极大增加其国民生产总值。

这其中的数学关系非常简单：个人大脑能力即使只有极少改进，全部人口相乘，就会产生指数倍的积极影响。大脑经济学的积极一面集中在提升个人和社会的大脑净值上，让世界变成一个更创新、充满思想、更有活力和远见、更有效益的地方。你准备好迎接这一挑战了吗？你的大脑潜力是无穷的。

了解大脑

1.大脑经济学：智能的提高将会对你的经济状况产生极大影响。

2.过去10年我们对大脑及其强化、修复能力的了解超过了以前所有时间的总和。

3.提升或降低你的智能：由你自己决定。根据如何使用自己的大脑，它时刻都在发生变化。

4.实现人类认知潜力最大化需要从对个人的投入开始。

5.在一些关键的认知能力方面，年龄可以成为大脑的一种财富。

6.“脑袋越用越灵”的传统观念正在拉低我们的大脑净值。

[1] 1英里＝1609.344米。

02　额叶的健康规则

为什么额叶的力量能让你更聪明地思考——而不是更困难？

你什么时候最聪明？

你如何定义聪明？

你对自己哪种大脑功能最担心？

对解决复杂的日常生活问题来说，

为什么理解综合意义比记住具体事实更重要？

你需要打破哪些认知习惯，以成为一个灵活的思考者？

为什么创新思考相较常规思考，

能为强健认知功能提供更大的动力？

什么是流体智力，跟智商（IQ）是一回事吗？

对于大脑来说，“越用越灵，不用不灵”有哪些局限？

为什么复杂思考对大脑神经元有益？

人类在过去一个世纪所取得的最伟大成就之一是平均寿命翻了一番。不幸的是，我们的大脑寿命却一点儿都没有增加。你认为自己的大脑什么时候处于巅峰状态？现在停下来一会儿，仔细想想你感觉自己哪个年龄阶段的思维处于最高水平。然后把那个年龄写下来。我希望你能在继续阅读前把它写下来，因为当你对如何更聪明——长久地思考了解更多时，你会重新回顾这一阶段。

我在____岁时思维最敏锐。

我经常问这个问题是因为人们的反应方式总会让我感到惊讶。他们回答的年龄段全都比现在年轻至少10岁到20岁。“当我50岁时，”有人说，其他人则说，“在我25岁时，”还有一些人说，“在我6岁时——”这都是我常听到的答案。

这些典型回答反映了我们认为自己大脑的最佳表现时期已成过去的看法：

·我20年前最聪明，当时我一下子就能记住电话号码。

·我大学时最聪明，当时我像一块海绵一样吸收各种知识。

·我30岁时最聪明，当时我的精神活力似乎从不会减退。

·我3岁时最聪明；那时我的知识每天都会急剧增加。

然后我问人们，如果你认为自己那时更聪明，那么你在二三十年前能做现在所做的事吗？不大可能。那我们为什么会认为自己那时更聪明，而不是现在呢？

大多数人认为自己大脑的最佳时期是在过去。这是一种多么灰暗的想法！

在这个大多数人都比以前活得更久的世界，变老仍被看作某种形式的疾病，这真是令人震惊。我们在成长过程中，毫不迟疑地认为衰老必定会造成认知下降，即使大多数80岁及以上的老人仍能展现出保存完好的智力、学习新知识的能力，以及做出合理决定的能力。[1~3]我们认为自己大脑的最佳时代已成过去，这是一种多么令人忧郁的想法！

人们经常问：我怎么能知道自己的思考是变得更敏锐了，还是变得僵化、裹足不前？我怎么能知道自己是不是在逐渐丧失思考能力？恼人的记忆错误是不是意味着我的智能正在丧失？

问自己下面这些问题，以确定自己的智能是否处于应有水平或可达到的水平：

·我是否能权衡考虑某一决定可能带来的风险和益处？

·例如：你能否游刃有余地思考接受一份新工作的利弊之处？

·我能否想出一些创造性的方法来解决问题？

·例如：你是否知道应该到什么地方寻找创造性解决问题所需要的信息？你知不知道自己什么时候拥有了足够的信息，从而能得出一个可行的解决办法？

·我是不是一个灵活思考者？

·例如：你是否能自由地脱离传统思维模式——从已知进入未知？

对于上面的这些问题，如果你有一个答案为否，就应该开始加强自己大脑的额叶能力了。

假设有一天，你既认识不到变化的需要，也无法接受改变，无法从一个更广泛的视角反思并处理充满压力的情境，不能感受理解友谊，也无法管理自己的情绪，无力确立有意义的个人目标并通过做出合理决定实现它们。这是无法思考并执行计划，或无法设想不同选择的一天。听起来不可思议？

在我看来，这就是额叶无法有效、正常发挥作用的一天——至少前

额皮质及其复杂连接如此。

以杰里米为例，他50岁左右，极其聪明，富有才华，充满创造力，却对应付工作重负、压力水平和自己的情绪感到非常吃力。第一眼看去，他似乎是一个对工作非常投入的人，态度积极向上，追求完美。因为这些让人敬佩的个性特点，他的事业一直一帆风顺，不过通过进一步的交流，他坦承无论工作任务大小，自己都是在苦苦支撑。老板给他布置任务时，杰里米常常因不知道从什么地方开始着手或追求什么而陷于困境，很少能充分发挥自己的潜力完成任务。最终，要么半途而废，要么草草完成，应付交差了事。

对于工作任务，杰里米的问题不在于动机或雄心，而是因为他的额叶未能达到理想状态：运行状况不佳，进一步导致更多压力、更多脑消耗和更差表现。

额叶是负责创新思考的高级认知指挥中心。它占据整个大脑的近1/3，密切参与推理、抽象思考、解决创新问题、灵活调用思维资源以更新信息、产生深刻观点等能力的组织协调过程。

汽车租赁公司拒绝将汽车租给25岁以下的年轻人，这一做法事出有因；数据显示，年轻人的大脑所做出的驾驶决定常常不是理性而可靠的。大脑科学研究现在已发现，大脑的额叶一直要到20岁末期才能发育完全。[4~6]从青春期早期到成年前期，额叶和其间的复杂连接会经历剧烈的功能和结构变化，重塑大脑的复杂连接，推进其进行综合、推理和高级思考的能力。[7]

如图2-1所示，从解剖学角度看，额叶位于大脑前部，在眼睛上方的头骨内部。通常在谈论与前额皮质及其复杂连接相关的高级认知功能时，同很多认知神经学家一样，我会使用“额叶”一词。

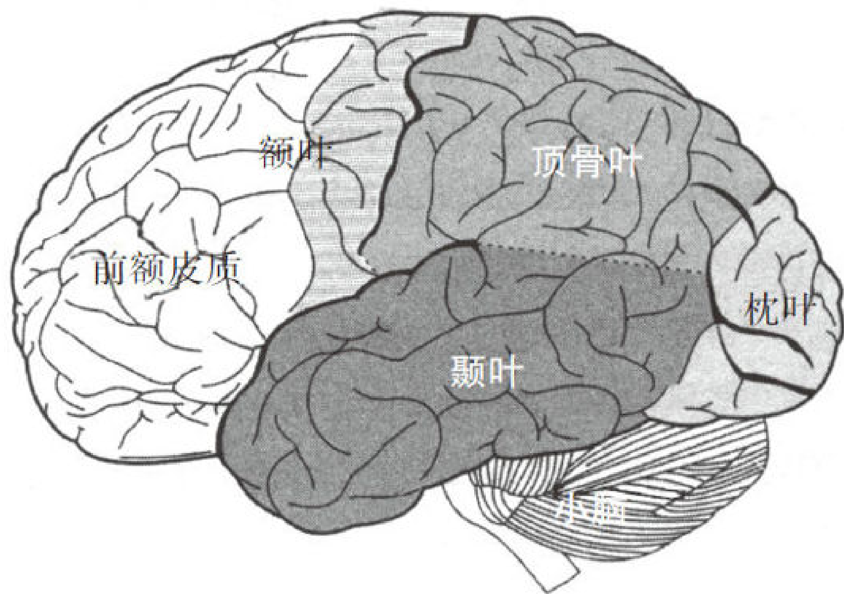


图2-1　大脑解剖学结构

额叶大脑功能在发挥作用时，会综合各种对于独立思考和决策制定极为关键的认知过程。[8~12]甚至一些看起来非常简单的任务，也要依靠额叶同其他大脑网络协调一致发挥作用——阐释一本书或一部电影传达的信息，在邮件中表达重要观点，计划和组织一次假日聚会，甚至绘制到达一个新目的地的路线。前额叶复杂连接至关重要，帮助我们在一个快速变化的世界中在个人生活和职业上都取得繁荣发展。

最新的研究发现揭示，通往更灵活思考的路径，似乎导向大脑精密复杂的额叶网络。正是额叶的动态力量，让你能够在生命的每一年都思考得更灵活，更深入。你每天需要完成许多新出现的复杂事情，需要额叶付出大量努力。正是由于额叶的这种特殊能力，很多人把它称为“sedes sapientiae”，即“灵魂之座”。[13~14]额叶整合的力量将人类同其他生命形式区分开来。利用这种力量可以提高大脑潜力，最大化大脑效能，提升生产力，丰富创造力和创新性。

充分发挥大脑的潜力，解决每天面对的复杂问题。

你认为理所当然的一些高级思维技巧，例如做出哪些投资、买哪个房子、做什么工作，都来源于额叶功能的力量。研究认知的人们常把这些复杂思维挑战称为“流体智力”——个体利用自己已知以及将所学内容应用于新环境的动态灵活程度。流体智力表现于处理新情境和不确定情境，以及有远见地计划以系统解决问题的能力中。与此相反，“晶体智力”指一个人已有知识和经验——所累积知识的数量。

流体智力非常倚重额叶的整合性，很多认知神经科学家将流体智力能力称为执行功能。[15]核心执行功能有：阻止[16~19]（例如屏蔽干扰），转换[20~21]（例如在任务之间来回切换），工作内存（例如积极储存和操作信息）和灵活性（例如改变并更新旧知识）。这些具体的过程整合到一起，协同一致发挥作用，从而实现一些复杂、多维度的认知功能，如解决问题、推理、计划和抽象等。[22~24]流体智力可以让你组织自己一天的事务，成功管理每时每刻面临的大量信息。

前额皮质是你的认知执行官（CEO）。

探索提高大脑净值的最佳办法——不论你30岁、40岁，还是80岁——都需要不断增强自己的流体智力。如何才能做到？你会在下一章对此有更多的了解，但实现这个目标归根结底需要在面对新情形、环境、观点和问题时，持续且动态地处理、监控和解决问题。流体智力能让你以一种创新的方式消化和协调一生中获取的各种分散信息——其中一些甚至是今天刚刚获取的，从而创造出一些新东西。当你调动自己管理、监控和改变思考的能力，应对充满压力的环境或不确定的未来时，就会使用流体智力技能。[25~32]流体智力的目标是根据时刻更新的信息不断改进计划、观点或行为。例如：你愿意将这本书提供的新建议灵活应用于

自己的生活中吗？这很有挑战，需要不断努力，自觉开发和训练额叶的力量，改变自己的认知方式。

创新思考能保持大脑良性发展，应对快速变化的未来所提出的认知要求。

因此怎么才能知道自己是否在运用并挑战创新思维潜力？自问下面这些问题，看看自己赞同哪一方（见表2-1）。

表 2-1

你是否经常在晚餐时邀请同样的客人?	你是否会邀请意料之外的客人，改变一些谈话话题?
你是否经常与同事、朋友或家人相聚，并谈论同样的可预见的话题?	你们相聚时，是否总有有趣的新话题可供讨论?
你是不是一遍遍表达同样的观点，来表明自己对某一问题的立场?	当谈论某个话题时，你是否不断试图从一个新视角看待事情?
你是否非常坚定地拒绝使用一些新科技，如新手机?	你是否对新技术保持开放，更新旧技术?
你的电邮是否大同小异? 你是否按照传统习俗赠送贺卡?	你是否会思考一些创造性观点和特殊的时机，来传达个人看法?
你是否在完成伴侣、亲人或老板所要求的任务后就立即停止，不对过程进行任何反思?	你是否会将自己的看法加入正在处理的任务中，或尝试提供新的处理途径，改善结果或解决某个预料之外的问题?

如果对左边问题的回答为是，那么你就没有充分利用额叶的力量，实现自己的最大潜能。但你是可以做到的。

为了应对不可预知的未来，增强自己的流体智力和额叶综合功能变得越来越重要。在每个生活阶段——不论是在学校、职场，还是在退休或婚姻生活中——获得成功的能力，在很大程度上取决于流体智力；而不是知道多少信息，或在某个时间智商分数是多少。

成功＝灵活的思维资源

思考一下这个等式。同成功密切相关的能力包括：动态利用和灵活调配精神资源来解决新问题，意识到需要改变的方面，知道什么时候根据新发现和意外进行反应，辨别如何抗拒做一些无关或事后会让自己后悔的事情的诱惑。额叶及其复杂网络对几乎所有的重要思维活动都有深远的影响[33~35]，包括如何使用最新技术，学习新工作或晋升所需的技术，或设计令人印象深刻的展示，组织令人难忘的生日庆祝活动等。这些例子只是其中很少的一部分。

■中央指挥

额叶的地位极为重要，是大脑的中央指挥中心，在其他脑区之间来回连接信息。这一精密的大脑交流网络通过管理所接收信息，将其同各个脑区存储的已有信息相联系，从而指导行为。额叶拥有最广阔的神经元网络，同其他大脑结构的连接互动性最强。这突出显示了它在控制我们最复杂抽象的高级思维能力方面的优势地位。[36~40]换句话说，额叶的力量能让你监视、管理和操控如何成功协调一天的事务，习得并运用新知识，进行富有远见的思考。

对于日常表现和独立性来说，执行功能比智商更重要。

但矛盾且令人奇怪的是，最新的大脑影像研究显示，额叶功能是大脑中发育最晚，同时也是最先开始退化的。[41~43]前额皮质的繁复神经元回路是复杂认知功能的控制中心[44~45]，因此关注额叶的发育至关重要。

额叶功能是一体的，管理并组织生命各个阶段日常生活中的复杂事务。对于大多数人来说，人们对大脑健康的关注只停留在脑损伤或脑疾病的层面，在这种情况下受损额叶功能的有害影响可以看得更清晰。然

而，对于从青春期到老年时期的健康生长发育来说，强健的前额叶功能至关重要。人们得知我的研究内容时——如何让人类的认知潜力最大化——会说，“我现在还不需要（大脑健康）！”

每个人都需要尽可能早且长久地对自己的大脑健康进行投资。

大量研究开始关注额叶功能在青春发育期的巨大重要性。但从青春期额叶发育中总结出来的一些原则，即使年龄变老依旧适用于我们的大脑。由阿黛尔·戴蒙德博士、英属哥伦比亚大学的凯瑟琳·李实验室[46]以及温哥华的儿童医院合作完成的突破性研究中，有一些原则表明：

·增强额叶认知功能可以提升学业失败风险最大的年轻人的大脑潜力，例如来自低收入家庭的群体和患有注意力缺陷多动症的人。

·若想有所进步，必须坚持使用和挑战额叶技能。

·恰当的认知训练可以提高额叶的健康水平，而无须使用药物。

·训练使用额叶复杂功能，可以让其他一些未训练区域获得更普遍的益处，而对特定的认知过程进行训练只能获得有限收获和极少转变。

·同样令人感到新奇的还有，压力、孤独和身体健康水平低下同额叶功能的低表现水平相关。

戴蒙德和李的研究完美地概括了额叶功能同现实世界之间的关系：“额叶功能EF（执行功能技巧）正常，才能进入学校，取得学业成就。”

对他们的说法稍微进行一些改变就是：“如果额叶执行功能上升或下降——以后生活中的工作表现、家庭管理、个人辨别能力和决策能力也会随之发生改变。”

额叶能力需要在年轻时期塑形，在以后的生活中进行更缜密的磨炼。

事实上，上面的这些说法适用于每个生命阶段，但成年人常在学业终止后——通常是20岁左右——就停止对自己的大脑进行思考了。你怎么能从20岁开始就忽视自己的大脑呢？答案是不能这么做。

但当前的悖论在于，不论生理年龄是多少，额叶的成熟发育并不是自然而然就能达到的。在后面的内容中你会了解到，当今许多年轻人的额叶潜力和批判思维能力并未得到充分开发。如果没有接受恰当的训练或经历一些风险，或有充足的机会扩展思维，合理决策的能力就有可能发育迟缓，甚至无法发育。

大脑的这种晚熟，以及大脑的复杂连接会在40岁左右时开始退化，首当其冲的就是前脑区域，二者结合描绘了一幅相当暗淡的图景，大脑功能至多只有20年的全盛时期。你能想象自己仅仅又只有20年的全盛思考时间吗？我不能。人们太长时间以来一直未能开发、增强以及维持额叶那令人惊叹的潜力。如果你坚持锻炼一些核心认知能力，利用额叶能力的时间就能变得更长并建立认知储备。记住：大脑能在一生之中都能持续生长和改变。

认知下降并不是必然的，而在很大程度上是你自己的行为导致的。普遍的懒散态度，任由大脑处于自动运行状态，都会增加思维退化的可能性。你的生活是否一直一成不变，充满各种习惯行为？不去主动追求变化，就会让大脑的损失变得不可控制。你难道不想避免这种下滑趋势吗？

认知功能下降越多，你就会下滑得越快。赶快刹车！

幸运的是，如果你积极进行策略性思考，尤其是加强动机和专业知识领域的思维资本，某些认知领域就可以避免出现大幅度的下降。[47]这么做能促进一些关键能力的持续稳定和生长，从而提升大脑的额叶能力。你将学会如何采用和练习策略性思考，提升自己的大脑潜力。

增强自己的能力：你能塑造自己的大脑，从而更敏锐地思考，提升智力。

如果俗语“脑袋越用越灵，不用不灵”完全适用于你的大脑，那么今天你很有可能大脑使用过度，导致思维能力严重下降。你是否经常逼迫自己的大脑，使其信息超载，并要求它同时完成多项任务？你是不是感觉自己的大脑很像交通高峰期的纽约中央车站？回想一下前文中提到的大脑不停受到各种干扰的本。如果你像本一样，以一种有害的方式使用自己的大脑，使其消耗严重，从而导致大脑变得低效，创造力低下，甚至完全耗竭会怎么样？

以我最近的一个客户为例，45岁，单身，工作为通信主管。他预约了一次大脑健康检查，用来为认知能力确立一个参考基准，监控大脑的健康和记忆衰退情况。他告诉我，他的工作需要“随时待命”，“每年365天，每星期7天，每天24小时”都要处于工作状态。他手机永远不离身，吃早餐时发邮件，外出午餐时发短信，很少将任务委派给其他团队成员。换句话说，他经常同时处理多项任务，一直将注意力分配到不同地方，对接收信息几乎从不把关。这是一种用脑过度！不过他能够重新获得对自己思维工作站的控制权，并提高生产力。

多任务处理对大脑和健康极为有害。

多任务处理，对大多数人来说是一种很常见的行为，却会损害额叶脑力，降低其健康水平。这是对大脑及其健康最有害的行为之一。多任

务处理可能是损坏大脑细胞的罪魁祸首。[48~50]人们越来越痴迷于技术和多任务处理，但这不是一种健康的痴迷（在第04章会有更多说明）。科学研究表明，人类的大脑构造不适合同时处理两项任务。多任务处理要求额叶在多项事务之间来回快速切换。这种迅速来回转换的高要求会消耗额叶，降低其效率，减弱其表现能力。[51~52]

年龄只是一个数字。对于大脑来说，年龄越大、能力应该越好。

我的一个客户自豪地庆祝自己的高龄，她一直坚持思考，每天都努力让自己的认知潜力实现最大化。她已经83岁了，仍积极参与一家金融服务公司的各种战略经营决策。她从未被自己的生理年龄阻碍，积极参与各种职业项目和社区活动，维持并增强大脑的健康水平。大多数人在工作生涯末期或退休以后就让自己的大脑处于自动运行状态，这对大脑来说是一种很糟糕的状态。我们积极进行复杂思考和认真工作的时间越长，大脑就会越有活力，建立的认知储备也越多。

协调良好的大脑性能是良好生活的内在组成部分。只要没有疾病，智力的提升潜力是无穷的。谁能想到你能管理自己的大脑，并塑造自己保持思维敏锐性的时间？当然，决定思维敏锐性的因素多种多样，基因、环境、社会因素都是其中之一，但大脑科学研究发现，复杂思维和解决问题有助于神经元的产生。[53~59]复杂思维能让神经元更健康，更强健——就像身体锻炼能让肌肉更发达一样。

当大脑坚持学习新知识时，神经元的存活时间就会更长。

真是太令人振奋了！想一想，你能通过积极的学习来管理自己大脑的健康。谁说大学是专属于年轻人的？我们需要扩展自己对教育的看法，或至少推动终生学习课程的发展。

复杂思考能建立认知储备，提高思维能力。

以前的科学著作让科学家、健康专家和公众普遍认为，在大脑的寿命周期中，每一年都会发生隐蔽而切实的衰退。但正如我们前面所说的，认知退化是不作为的结果。认知退化会影响个人和国家的经济状况，因此现在该开始付出努力，培养自己的认知资本，促进自己的大脑经济效益了。

你可以做到。如果坚持锻炼自己的额叶能力，大脑的鼎盛表现时期将会在未来出现。事实上，思维最敏锐的时期应该就是现在——如果你能让自己的大脑保持健康的话。大脑在过去积累了大量知识和经验，为其在这个忙碌的世界中高效运行提供了动力，包括灵活性、洞察力和判断力。记录同年龄相关的流体智力——灵活思考、进行抽象推理、解决新问题的能力——大幅下降的研究现在正被逆转。最近的一些研究显示，不论生理年龄是多少，流体智力都可以朝着更好的方面改变。[60~62]

大脑衰老其实并不是一种需要竭力避免的恼人之事，而是一种发展过程，能给大脑现有高级思考能力增加一些有价值的角度。大脑或许会变老，但如果坚持调整，它应该也会变得更高效、更聪明。在健康的大脑衰老过程中，你的目标不应该是寻找神奇的灵丹妙药，让大脑返老回春，而是维持和增强大脑的强健能力。不断提醒自己，如果你不努力改进自己的大脑，就会倒退。为了大脑的健康，你也应该保持进步。如果我从你的大脑年龄中拿走10～20年，你肯定会乞求我把它还回去，因为这些年大脑有如此丰富的发展，当然前提是你能让自己的大脑保持健康。如果你认为大脑在30多岁的时候效能最佳，那么让那时的大脑做一两个决定看看如何。

大脑的最佳表现时期可能是在将来。

这并不是忽视这一事实：随着年龄的增长，某些认知能力会出现不可避免的下降。[63~68]年龄渐渐增大之后，大脑：

·学习新事物的速度变慢，例如新技术；不过它仍有学习能力，只是需要更长的时间而已。

·储存大量新信息的效率变低。

·记忆偏差越来越多。

·屏蔽背景噪声的能力降低。

但让人充满希望的是，即使这些退化过程也能通过努力和练习减缓。[69~74]

认知能力可以随着年龄增长而提升。

建立强大大脑连接背后的推动力量很大程度上取决于你如何利用大脑进行复杂思考和创新思考。[75~77]反过来，当进行浅显的表面化思考时，这些连接就会受到削弱甚至损失。想想一些伟大思想家所拥有的卓越智力——阿尔伯特·爱因斯坦，T.布恩·皮肯斯，桑德拉·戴·奥康纳，黛安·索耶，斯蒂芬·霍金和艾伦·格林斯潘。从普遍标准衡量，这些头脑智慧的人被认为是特例而非一般情况。

这些伟人拥有优秀的头脑，富有好奇心、创造力，是卓越的问题解决者和富有远见的思考者。所有人都可以通过努力增强这些特殊能力，尤其是你，重构自己的思维，将大脑的智慧潜能充分发挥出来。在更聪明思考方面，你可以成为一般标准，而非特例。你还不信自己拥有巨大的潜力，能够管理、重建和培养自己的大脑？你的大脑每时每刻都在变化，取决于你每天如何利用它——思考、学习、创造、解决问题、想

象、爱、决定、计划。事实的真相是，你能够更聪明地思考。

更令人兴奋的是，同年轻的成人大脑相比，大脑衰老有一些清晰的优势。随着年龄的增长，对大脑能力来说，有比回想事实的速度和数量更有决定性的因素。某些关键的大脑功能不一定会慢慢变差，甚至有可能变得越来越好。[78~83]

更开阔、更深入思考以及形成一个更高视角的潜力会随着年龄增长而增加—这一切都多亏额叶功能。

甚至可以这么说，更具策略性思考带来的益处要远远比记住数字或事实的速度和数量重要。听起来是不是有些像“龟兔赛跑”故事反映出来的道理？这个久远的寓言故事所表达的教益让人受益终生——慢常常并非坏事，尤其是在思考一些重大的人生问题的时候。

最近我的客户是两名女性，她们在同一个领域工作，却有着完全不同的额叶思考模式。两人都非常聪明，工作勤奋，以目标为导向。年轻一些的那名女性经验稍少，30岁左右，思维速度虽快，却一成不变，显得僵化。她不会挑战自己的思维，不会根据培训材料中的内容开发未经陈述或未经实践的新想法。另一方面，50多岁的那名女性会经常进行探索，对不同的视角充满好奇，会提出一些新建议，用更长的时间考虑重大问题。后者显示出强大的综合推理能力和丰富的认知储备。

充分利用前脑：调动额叶，增加智能。

但有意思的是，作为一个社会，人们对毫无偏差的记忆有着强烈的渴求，对令人感到沮丧的记忆错误吹毛求疵，但在后面的章节中你会了解到，在没有脑损伤或脑疾病的条件下，记忆是最容易弥补的一种能力。实际上，随着年龄增长，记忆回想的速度会逐渐变慢。在第04章你

会了解到，为什么有些似乎近在眼前的信息在你最需要的时候偏偏怎么都想不起来，而当你不再绞尽脑汁搜寻时，它们却又出现了。

开发你最大的自然资源——大脑。

多年来我们对大脑抱有如此多的错误看法，这引起了我的兴趣。事实上：所有同年龄相关且逐渐加深的记忆力下降，以及同大脑疾病（如老年痴呆症）相关的损失都伴随脑细胞的衰退或死亡。一直到最近以前，科学家都认为脑细胞从出生起就开始死亡。但现在，正像伽勒·芬奇（Caleb Finch）在2001年《南加州大学健康杂志》春季版的封面文章中所清楚表达的那样[84]："如果未患有某种会导致神经细胞死亡的疾病，那么大多数神经元，甚至是全部神经元，直到生命死亡之前都会保持健康，这一点现在是非常清楚的事实。"这些发现彻底改变了大脑科学的整个研究方向和未来。它们应激励你充分利用自己的大脑潜力。这大大鼓舞了我！

扩展对大脑的关注，不要仅仅停留在记忆力上面。

能让你独立生活更长时间的是额叶的健全，而非记忆力。我父亲就是一个很好的例子，他90岁时仍有着惊人的记忆力，却无法独立生活。他的记忆力非常优秀，但额叶不能正常发挥作用。他无法决定该付什么账单，哪些信件该扔掉，哪些该保留。他牢牢记着自己众多账户每个里面有多少钱——甚至连藏在一个文件柜里的应急资金都记得一清二楚。当他从家里搬到一个成人看护所时，还没忘询问文件柜后面一个文件夹里的832美元怎么样了。他5年多没碰过那些钱了，但让人惊叹的是，我们数了数，跟他说的几乎分毫不差。他的记忆丝毫未受损，好得令人难以置信，但他仍然无法处理压力环境或房屋账单及维护。

保持完好的大脑健康，更长久地独立生活。

记忆≠聪明

近乎完美的记忆并不等同于强健的大脑

我的很多客户都记忆力超群，却并非高度创新，富有洞察力和创造性，或具有极高的思维生产力。事实上，记忆似乎同额叶的策略性功能相互独立，而非协同发挥作用。如果知道这可能会损害你的高级思维能力，你还想要拥有相机般的精确记忆力吗？它会，而且确实如此。

额叶能力同日常生活中的独立和成功之间的联系，最清晰的例证莫过于菲尼亚斯·盖吉（Phineas Gage）认知能力发生的巨大变化。[85]盖吉的案例要回溯到150多年以前。当时佛蒙特一个铁路施工现场发生了爆炸事故，盖吉的额叶在事故中被夯棍击中。事后他恢复了一些简单的认知功能，包括记忆，身体状况足够重返工作，但他却变成一个完全不同的人。他缺乏管理个人生活所需的高级思维，工作能力远远低于以前在他手下做事的人，无法做出简单可靠的决定，或坚持自己制订的计划。他的变化太大，他以前在铁路公司曾是模范班长，但事故后公司却拒绝再次聘用他。

受损额叶网络是独立生活的障碍。

研究表明，当额叶内部的区域或同额叶相连的区域受到损害或不能正常运行时，即使智力功能相对完好，完成一些简单的生活事务也会变得困难。[86~89]这些困难主要表现如下：

·糟糕的洞察力，或以某一角度看问题的能力较差。

·不健全的判断。

·不负责任。

·不可靠的问题解决能力。

·抽象思维能力和创造力极为有限。

·思维僵化呆板。

·管理情绪的能力比较脆弱。

·管理压力环境的能力较差。

许多科学研究发现[90~94]表明，较高的大脑认知表现水平很大程度上取决于你如何调动、建立以及加强自己的额叶功能，这包括：

·进行策略性及富有远见性的思考。

·创造新的问题解决方法和产品。

·吸收复杂信息，并提炼其核心意义。

·建构信息的解释意义，改善信息吸收。

·为灵光闪现创造条件。

·更新修正过时的目标和信息。

·辨别潜在问题。

·在问题显现之前处理。

·处理第一次出现、不确定的情形。

·在信息和找出解决办法之间动态灵活转换。

我们需要投入更多精力，培养以策略为基础的复杂思维，这种思维

很大程度上是由额叶连接驱动的。最新的大脑科学研究显示，以策略为基础的思维能力是根本性的核心技能，能进一步提升大脑的优势，扩展智力资本。[95~100]

高效的大脑训练可以增强额叶力量。

我在研究中区分了三种主要的额叶处理过程，掌管大脑的高级功能：策略性注意力、综合推理和思维灵活性。[101~104]事实上，能达到自己最大认知潜力的个体少之又少——即使那些处于本领域领先水平的管理人员仍有很大的改进余地。我每天都会对自己的思维能力进行挑战。我总是寻求新的方法改进自己的研究，因为每一天都为大脑提供了新的潜力。

自觉努力，恰当调动额叶的复杂功能，能帮你达到更高的认知表现水平。当我逐渐深入这些大脑核心领域时，你就会开始明白为什么这些多维认知能力是培养强健额叶功能的关键，并在一生之中促进思维独立。在接下来的章节中，你会了解如何通过方法练习来培养这些重要的认知技能。

建立认知储备，增加大脑寿命。

我会带你了解一个新近才被发现且已被科学证明的课程，该课程的设计目的是提高额叶能力，提升大脑控制中心的地位，无论你在哪一领域投入自己的时间和精力——家庭、企业还是社区都适用。你会开始明白为什么额叶的健康具有决定性作用，无论你属于哪一世代，无论你在哪一领域工作。你会学会一些方法，恰当调动自己的额叶网络，建立大脑的认知储备，为高效长寿的生命历程打下基础。通过利用额叶的自然综合能力，训练自己提高动态思考能力。

我的目标是：让人们的大脑健康寿命同身体寿命更一致。

现在我希望你能重新回到我们一开始提到的那个问题上，填入空白处的内容，希望你现在能意识到自己大脑思维最敏锐的年龄不是在过去，而是现在或将来。

我在____岁时思维最敏锐。

在下一章，你会了解如何提升自己的大脑健康水平，增强额叶功能，利用智能，提高思维生产力，同时减少可预防的大脑疲劳和损失。你会看到怎么能更好地了解自己大脑的情况。如果你决心培养更强大的智能，采取一些预防性措施，就能在自己的大脑账户中积累大量的储蓄。挑战自己大脑的额叶能力。如果这么做，你就能延伸大脑的寿命，使其同身体寿命更加接近。而现在二者之间存在巨大差距。

了解大脑

1.额叶功能为你在个人生活以及职业方面取得成功提供动力。

2.随着年龄逐渐增长，额叶健康变得愈发不可或缺。

3.对于日常生活行为及独立来说，执行功能比智商更重要。

4.如果你能恰当挑战自己的大脑，它的最佳表现时期可能就在不远的将来。

5.高效的大脑训练能增强额叶力量。

6.建立认知储备能增加大脑寿命，并在大脑发生损伤或疾病时培养思维能力。

7.无论你属于什么世代或在什么领域工作，额叶健康都具有决定性

作用。

03　大脑检查

认知退化是否不可避免？如果确实如此，这种退化从什么时候开始？

作为参考标准进行监测的大脑核心认知能力有哪些？

为什么要在你并不担心自己大脑运行状况

的情况下确定大脑参考标准？

智力资本（认知资源）是如何构建和储存的？

为什么提升大脑优势是一种过程，而非一个结果？

每年你都会预约家庭医生或内科医生进行年度身体检查，测量体重、记录血压、检查胆固醇水平。进行所有常规检测，以使身体保持最佳水平。整个过程很短，医生会提醒你坚持运动、注意饮食，然后就打发你离开。这种年度例行检查能为身体设立一个参考标准，并以此衡量下一年的测试结果。但检查却忽略了大脑健康，又被称为认知健康水平。

寿命增加了，认知下降的风险也同样增加了。

美国疾病控制预防中心报告称，下一个10年美国人的平均寿命将达到78岁。我前面提到一个医疗政策记者曾预言，从现在起40年后，美国男性的平均寿命将达到86岁，女性达到93岁。寿命增加提出了一系列问题，认知的衡量标准从健康程度进入认知脆弱性时代。[1]思考下面这些问题：

·将认知健康同认知退化区别开来的是什么？

·认知损失是一种我们能意识到正在发生的状况，还是非常隐蔽，难以发觉？

·认知下降什么时候应该引起重视，什么时候仅仅是暂时性、无甚大碍的小差错？

·认知退化是否能够减缓？

我常说，“大脑不健康，就不能拥有真正的健康”。大脑是发挥日常生活功能的最关键器官，测量和监察大脑健康同测量和监察身体健康一样重要。主动采取措施是培养更健康认知功能的关键所在，我们需要付出许多努力，使大脑的健康寿命能同身体的新寿命更加一致。提高自己拥有最大化智能的持续时间，其可能性就在此时，就在此处。请充分利用这个机会。

打造最佳大脑功能的基础，建立认知储备。

大多数人认为，大脑的最佳发育时期和机会只有很短的一段时间。实际上，我们对大脑健康发育的关注几乎完全集中于童年早期阶段。但这个时间段过于狭窄。我们已经了解到，保持身体健康是一件需要持续一生的事情，同样的，大脑健康也需要付出终身努力。

■大脑健康的参考标准

六个重要发现让我们越来越了解保持大脑良好运行状态的重要性。

1.大脑每天都会制造新细胞。

2.大脑在整个生命过程中都能形成连接。

3.脆弱的神经元连接能被增强。[2]

4.大脑修复没有时间限制。以前，人们认为大脑的恢复时限至多为损伤发生后一年；我的研究表明，如果对额叶能力设立更高水平的标准，损伤发生几个月甚至几年后，大脑都能继续得到修复。[3]

5.康复性大脑训练对大脑疾病、损伤以及同年龄相关的认知退化具有普遍效果。[4~5]例如，透过信息的表面意义进行深层次思考有助于大脑建立新连接或加强旧连接，不管是创伤性大脑损伤、中风，还是正常衰老，甚至对进行性大脑疾病如老年痴呆症都有作用。

6.精密脑影像技术的进步，能让我们实时观察大脑在获取信息时脑区激活的变化。[6]脑区中的变化表明，大脑在学习新知识时会有更多的激活。大脑在习得一项新技能时，脑区需要付出更多的努力（因此需要更多的葡萄糖）。而技能一旦被掌握，同一脑区所显示出来的激活就会减少，这是因为处理同样复杂的思维负担，大脑不需要像以前那样努力了。

我预言，不久以后，预防性药物会让大脑健康参考标准评估成为最佳医疗实践的重要组成部分。大脑健康参考标准能为大脑表现建立一种认知指数，确定当前功能水平，发现弱点和强项。这能让你对自己认知功能中的变化进行监测，并且随着年龄的增长密切关注认知健康的稳定性和脆弱性。同时，确立一个参考标准还有预防作用，能让你加强自己认知的弱点区域，培养大脑韧性，抵御认知退化。简而言之，认知评估测试能帮你更好地理解自己的大脑是如何运行的，怎么做才能让它更健康，以及如何达到更高的大脑表现水平。

目前，并不存在一种被广泛接受的简单检测，能为大脑健康提供一种参考标准。事实上，我们寻求的不应该是一种简单的评估测试：简单

的检测往往不具备足够的敏锐性和说明性，从而发现大脑复杂功能中的一些早期问题。曾有一群极有才华却落后于时代的医生，为人们提供一种为时两天的身体年度综合检查，他们过来找我寻求建议，想要在其检查方案中增加一项大脑评估。他们说自己需要一种不超过30分钟的检查，因为原有的检查时间太长、项目太多。我回答说，“对我们双方来说都比较幸运的是，大脑的这种复杂性无法用一个30分钟的简易检查搞定。”

我们需要一种大脑参考标准，为其确立一个基线表现水平作为衡量标准，从而维持大脑的认知健康。

■已知与未知

对老年痴呆症的恐惧让大多数人在获取关于自己大脑状态的信息时心生焦虑和畏惧。然而，如果是其他一些健康问题，我们通常会快速应对：出于对心脏病的担忧去检查胆固醇水平，注意饮食和运动，以保持最佳身体状态，避免摄入糖类和高脂肪类食物来预防糖尿病。对于身体健康来说，了解相关知识能为我们提供必要的动力，养成一些拯救生命的习惯。

在我对战争复原老兵进行的研究中，一个海军海豹突击队的成员说，“我们竭尽所能，力求让身体保持最佳状态。为了增加体能方面的优势，我们不惜一切代价。但听了你说的话后我感到大为震惊，因为我们在高能训练中对大脑是如此忽略。我迫不及待地想要第一个进行大脑健康检查。我想要知道怎么做能提高自己的思维清晰度。”另一名海豹突击队成员说，“大脑表现是人类机能的最后一块阵地。如果我们不关注大脑，怎么能声称自己是精英人员呢？”正在阅读本书的你也一样，可以让自己的大脑健康从未知变成已知。

建立大脑的参考标准是关键。如果发现了弱点，可以采取一些积极措施收复认知失地。这么做能够尽早加强这些认知脆弱之处，支持独立思考，从而在未来做出关键的人生决定。遗憾的是，大脑健康可以通过措施得到改善的知识并不广为人知。人们仍然认为如果自己的大脑出现了坏消息，那么就只能如此了——没有希望的坏消息。

增加智能可以提升认知表现，并在大脑效益方面产生更高的回报。

当你成为一名大脑健康的倡导者时，就能够成为改变这种过时和错误信息的运动的一部分。脑科学显示，同大脑退化抗争的方法有许多。[7~14]最佳的认知健康水平是一种令人期盼的目标，因为健康的大脑功能会在人的一生之中成为个人生活或国家生产力的最大推动力。但第一步要先确立一个参考标准，以此来衡量改进或后退。我的研究小组发现人们对于大脑健康检查会有许多不同的视角：①对自己的大脑希望知道得越多越好；②对自己的大脑健康比较焦虑，其实并不想知道得太多；③在脑损伤或脑疾病发生之前曾确立了大脑健康参考标准，并从中受益。

同许多拜访我的人一样，63岁的约翰预约了一次大脑健康参考标准检查，因为他有记忆问题。由于记忆是大脑最容易感知的一部分，因此常常是记忆方面出现的问题促使人们对自己的大脑健康进行进一步的检查。约翰坦陈自己的担忧来自家族中的老年痴呆病史。在检测中，约翰表现出强健的认知功能、创新能力，以及对复杂问题的创造性看法。他在细节性信息记忆以及策略性注意力方面的确感觉吃力，说自己“是个只重大体、不拘小节的人”。

为了克服他的认知弱点，我的研究小组建议他继续发挥自己识别重要观点的能力，还建议他把需要记住的重要细节写下来，这样他就不用老是担心自己是否记住了这些事实，这种担心会加重思维负担，导致精

神疲劳。他就可以随时查看这些记录的内容，不需再把这些信息储存在自己的工作记忆空间中。我们还鼓励他根据自己在会议、重要邮件或长篇文件中所接收的信息吸收新观点，将其综合成更大概念。从复杂信息中提取意义是加强额叶连接的最佳方法之一。

经过检查以及后续治疗，约翰写信给我说，“我感觉自己充满了活力，了解了‘小心间隙’所需的知识，智能也得到了提升。”他说，由于家族有老年痴呆症病史，因此每当他忘了什么事情，就会感觉极为恐慌焦虑。他感觉自己的忧虑让妻子很是担心。他对自己遗忘如此多的细节非常苛责，因此忽视了去维护甚至坚持挑战自己的创新思维能力。当约翰得知自己的记忆的确有问题，但更重要的思维能力仍完好无损时，总算放下心来。他现在可以区分什么是真正的担忧，什么是认知弱点。拥有了弥补弱点的工具和方法，约翰重新恢复了智力自信。对于这种令人开悟的积极体验，他向我的研究小组表达了谢意，并说自己唯一后悔的是在这种忧虑精神状态中等待了太长时间。

另一个客户是59岁的玛丽，她是一名成功的总裁，对于自己的认知下滑趋势似乎并没有多少认识。她是不愿意承认，还是真没意识到这些其他人都能看到的变化，我们并不清楚。玛丽的一名同事发现她在日常工作中出现了一些令人担心的退步，于是强烈建议她进行一次大脑健康参考标准检查。当被告知大脑健康检查结果时，玛丽似乎对自己的大脑有什么问题一无所知，对大脑功能及大脑健康检查也没有表现出任何担心之情。不过她确实提到自己常记不住人们的名字，想不起来与之相关的一些信息——但她认为跟自己的朋友相比，这些问题并没有多不正常或更糟糕。

她漠不关心地完成了评估，对每一项认知任务都付出了极大努力，但每一项都进行得很吃力。在三种主要的额叶功能（策略性注意力、综

合推理和创新思考）上，她都表现得很困难。她在屏蔽不相关信息、综合信息以及记住主要观点方面都显示出了一些问题。虽然整体表现不佳，但她对自己的认知损失毫不在意，时至今日仍未采纳我的团队给她提出的一些建议。由于这是她第一次进行大脑健康检查，我们无法确定认知发生了多大程度的下降，但根据她的表现水平，显然巨大的变化已对她的大脑能力造成了损害。

如果缺乏深刻的认识，人们就无法做出必要的改变，采取健康的步骤，减缓认知下降——这和其他一些身体问题一样，无论是糖尿病和糖，还是肥胖和节食。当我看到这样的客户时，会让我更努力地工作，增加公众的认识，在一切还未太晚或发生太多认知损失之前。如果玛丽能早一些加强自己的认知功能会怎么样？现在再提高玛丽的认知能力是不是已经太迟了？我们无法得到一个确切的答案，但很有可能这么做能取得一定的效果。但我看到的一个倾向是，当人们对自己的问题缺乏深刻认识时，就很难付出必需的努力，对情况做出改变。有时缺乏洞察力是额叶功能有问题所致。还记得在前面提到的菲尼亚斯·盖吉吗？大脑损伤导致他无法意识到自己的缺陷。洞察能力的改变也可能是进行性大脑问题的一个早期征兆。

当我们思考自己大脑的将来时，需要对大脑健康采取一种综合的处理方式，一种更全面、更准确、更敏锐的处理方式，建立一种大脑健康的参考标准。你可以加入我发起的这项运动中，激励自己身边的人，让他们积极促进自己的大脑认知健康。你所激励的每一个人都会成为最大的受益者。

大脑科学家一直在不遗余力地探索和发现最敏锐和最有参考性的进行性大脑疾病的认知退化标准。许多普遍流行的检查方法层次太低，流于肤浅，只是问下面一些问题：

·今天是星期几？

·现在是什么季节？

·现任总统是谁，副总统是谁？

如果你连这些问题都回答不出，几乎所有人甚至包括被询问者本身，都知道这已越过正常标准，明显患有某种疾病。但如果你问以下这些问题呢？

·解释下面这句话的意义，并把它应用到现实生活情境之中：最远的回家路常常是最快的。

·陈述你最近完成的一项复杂项目，如果可以重做，你会改变什么地方，哪些地方保持不变？如果增加两件你以前从未做过的事情，你会选择什么？

·说出改进医疗保险的三种具体方法，并评估这些改变会如何影响花费。

一些领先科学团队的研究发现加深了人们对老年痴呆症早期症状的理解，其研究大多集中在确立预测和检测老年痴呆症的标准上。他们发现，对于预测哪些人最有可能患上老年痴呆症时[15~18]，认知标准比脑影像和脑脊液标记更敏锐，至少目前是这样。我的目标是不仅关注受到损伤或患有疾病的大脑，而是将我们从这些科学发现中学到的东西，应用于逐渐衰老的健康人身上，从而最大限度、最长时间地减缓认知退化。

利用复杂的认知测量标准和精密的脑影像技术，我的研究团队和我一同开发并检验了一些标准，指示大脑的优势之处以及可被改进的区域。我们的认知评估被称为“大脑健康检查”。评估结果可以指导被试：

·提高生产力。

·减少大脑疲劳。

·提高工作效率。

·发现策略注意力中的弱点。

·专注于任务处理。

·提高思维灵活性。

·了解消耗大脑的习惯。

·了解增强核心区域弱势的方法。

·增加大脑活力。

大脑健康检查是对认知健康的一种特殊评估，可以检查一些高级思维能力，例如策略注意力、综合推理、创新性思考和思维灵活性。它不是智商（IQ）测试，也不是大脑扫描，而是一种精神压力测试；对于一些可被提高，并在没有进行性大脑疾病的前提下，随着年龄的增长仍应保持强健的认知能力进行检测。

难道你不想知道是什么消耗了自己大脑的活力，并重获这种活力？而不是每天都感到非常疲倦？

大脑健康检查中所反映出的大量深刻信息让客户深感安慰。杰里·霍格（Jerry Hoag）是得克萨斯大学达拉斯分校管理学院领导力中心的常务主任，他同大脑健康中心合作，为世界顶级公司的管理人员提供大脑健康检查，通过了解如何加强大脑功能，改进领导力水平。霍格先生说，“企业管理人员进行的许多测试并不能提供必要信息，告知他们如何

改变自己的行为。”

做完大脑健康检查后，这些管理人员会收到一些练习，帮他们改进自己的弱势区域。个人先体验到什么会影响自己的大脑健康，然后了解自己的领导风格是如何培养或剥夺团队大脑高表现水平的。

我们对自己汽车的照顾比对自己的大脑还用心，会对前者进行定期检查修理。人们通常认为由于无情的认知退化，大多数人都将不能独立做出决定，这种看法是错误的。如果你现在就着手进行大脑健康锻炼，这一下滑趋势是可以逆转的。接受挑战，保持并改进核心额叶功能的大脑活力。知道自己现在所处的状态，是培养认知韧性的第一步。

良好的大脑健康并不等同于高智商。

随着年龄的增长，为了保持强健的认知功能，需要对三个主要领域的指示标准进行监视。在接下来的三章中，你会对每一个标准有更多了解。它们是：

1.策略性注意力——你对信息进行策略性评估的能力如何？辨别哪些信息重要，哪些可以忽略不管的效率如何？在如今这个信息超载的时代，屏蔽信息和避免干扰变得越来越难。如何分辨？二三十岁的人被我称为“发现者一代”，他们的策略性注意力表现水平最低。同策略性注意力相关的额叶技能至关重要，因为它们是高效能大脑的主要说明指标。

检查你的策略性注意力：

·在户外散步或慢跑时，你可以不听音乐或用耳机接收其他信息吗？

·你可以在一个小时内不查看电子邮件或手机短信吗？

·你在一天之中，全神贯注同人交流，不分心——处理其他任务或大

脑中想着其他事情——的次数有多少？将其记录下来，你会发现这种情况极为稀少。

2.综合推理——你将新信息应用于不同情境中的能力如何？吸收新内容、快速总结意义、进行普遍应用的频率如何？要想在竞争激烈的环境中取得成功，既要拥有事实性知识，还要能将观点和信息恰当应用于更宏观的环境中，在过程和行动中策略性地引导关键变化，并在二者之间进行动态转换。不论是在办公室、服务工作中，还是家庭环境中，转换——或在手头细节和更大问题之间进行快速切换的能力对于成功的大脑功能是关键。不管你信不信，65岁以上的人对于这项技能最为擅长——虽然现在我们都认为自己20多岁的时候认知功能最强健。

检查自己的综合推理能力：

·打完重要电话后，你是否经常对自己的观点、表达观点的方式以及同谈话对象的分歧之处进行总结？

·你是否会准备一些大胆、具有挑战性的陈述，来引起谈话——甚至在一些常规性会面中？

·你会撰写一些吸引别人阅读邮件的标题吗？

3.创新——你进行创新思考的能力有多强？看到不同的选择，理解并分析他人的视角，尤其是那些跟自己不同的视角，从而分辨并产生一个问题的多种创新解决办法，你对此有多擅长？创新要求在每个年龄阶段都进行脱离常规的思考，思维灵活敏捷，观点保持流动，并在解决问题时保持创造性。思考者，即婴儿潮一代，处于这项技巧的金字塔顶端。但每一代人都能提高自己的创造力和创新技巧。我会告诉你做到这一点的不同方法，但首先你要明白自己拥有尚待开发的潜力，变得更有

创造性。

检查自己的创新思维技巧：

·你是否经常去同一家餐馆，点同样的食物？

·你是否经常阅读以前从未读过的期刊或报纸栏目？

·当有人同你的观点相左时，你是否经常找出一些原因，分析他可能有与你不同但可靠的经验基础？

·你每天会做新奇的事吗？

这三个部分——策略性注意力、综合推理和创新——为什么如此重要？因为这些认知区域是实现大脑效率、保证思维生产力以及最大化大脑智能的基础。这些认知处理过程是保证大脑功能强健和晚年生活独立的关键元素。

“很容易受到衰老的影响”这是一种警告，提醒你要采取一些措施，而不是宣告不可阻止和无可避免后果的悲观定论。

在上一章我们已经了解到，额叶功能，尤其是推理能力极易受到衰老的影响。

这种进行性认知弱势会在许多未能积极改善自己大脑健康的老年人身上自然出现。现在我们每个人都应该开始改变这一趋势，好消息是你能够做到。

要对自己的大脑健康进行思考，你必须超越我们经常最重视的两种认知能力——速度和大量记忆。

1.速度：你完成一项任务的速度有多快，如做完填字游戏、完成报

告、准备一场展示或清理橱柜？

2.大量记忆：你如何评价自己记忆事实的能力，例如你所服用药物的名称以及不同剂量，冷战的重大转折点，最近某个事件中所有人的名字，高中老师的名字，各个州的州府或元素周期表中的元素？

我们过于重视速度和记忆力，但反应速度和大量记忆并不等同于最佳结果，同大脑的高效表现能力也并非一致。我初做研究时发现这两种为人们所珍视的认知财富可能并不是智能的顶峰。后来这一认识持续得到验证。大约25年前我进行了自己的第一个衰老研究项目，由美国国家衰老研究所拨款资助，我采纳了一个普遍观点，即衰老和早期痴呆并不是一个确定的固定状态，而是一个连续发展过程，这一视角至今仍得到广泛支持。

我一开始认为，80～95岁的老人同年轻一些（六七十岁）但患有老年痴呆症的人在认知能力上会有诸多相似之处。但正如在科学研究中经常发生的那样，研究结果并不完全如我所料。是的，80～95岁的健康老年人在记忆力和思维速度方面明显下降；同样的，六七十岁、处于早期老年痴呆症阶段的老人在这两个领域也显示出较大退化。但我所没预料到的是，80岁以上年龄组的老人在认知能力上同六七十岁的健康人水平相当，而在综合推理和抽象意义这两项上的表现甚至超过了大学生。例如，当我要求被试对一篇较长的文本进行解读时，年龄较大的老年人同较年轻的被试相比，产生的回应更多，并能从一个更广阔的视角产生层次更高的一般化陈述。说实话，我感到很震惊。

速度和数量并不能决定大脑健康的最佳状态。

与之形成鲜明对比的是，患有轻度老年痴呆症的人，其从复杂内容中传达抽象意义的能力受到严重损害。无数的研究继续显示，在正常的

大脑衰老过程中，对复杂信息进行高级综合的能力是一种能够保持不变的能力，甚至能进一步提升。[19~21]

年龄并非综合思维下降的准确预示因素。

自我测试：

·对你最喜欢的歌词进行尽可能多的意义解读。

·拟就一个报纸式的标题，总结某天晚上外出经历的关键内容。

关键是要不断促进自己的认知表现，构建新颖而抽象的内容。通过这种做法，你会感觉自己的大脑充满活力，智能得到提升。

想想五六十岁和65岁以上的被试在综合推理方面地表现超过了30多岁的人。我敢打赌这种差距每年都在扩大。如今，年轻的发现者一代（二三十岁的人）同其他世代相比，起点更低。虽然发现者一代在思维速度和记忆力方面的能力最强，但他们缺乏知识和经验积累，不能进一步导向综合推理。部分原因可能在于发现者一代的阅读量比思考者一代（五六十岁）减少了近60%。另一方面，发现者通过不同渠道吸收的信息可能并不少——甚至更多。但大脑的认知健康并不取决于接收了多少信息，而是对信息进行解读的深度以及产生新意义的能力。

我的大脑健康研究团队得到的发现表明，对大脑前景黯淡无望的看法可以变得充满希望，在每个人生阶段都取得认知上的进步。更重要的是，我们可以改善对于年轻人和老年人都非常重要的核心认知区域的大脑功能。但首先要先了解并确立参考标准。

问问自己下面这些问题：

·你屏蔽无关信息的策略能力如何？是否经常让大脑在嘈杂的环境中

工作，本来完全可以在一个更安静的环境中工作？

·你是否经常反思如何重新思考一个项目——即使不能重做？

·你是否经常找出处理事情的新方法？

正如20世纪60年代的有氧运动让我们的身体动了起来，激励公众锻炼大脑的努力也将会产生重要的收获。我们应调动额叶进行一些跟高级推理有关、具有挑战性的认知活动，增强和保持认知能力——不论年龄多少。

“小心间隙”是20世纪60年代伦敦地铁的一个警示语，用以提醒乘客小心站台和车门之间的间隙可能存在危险。（见图3-1）从比喻义上来说，几乎所有人的大脑都存在间隙，或未达到最大潜力的认知功能区域。如果不能每天坚持留意自己的大脑间隙，身体寿命和大脑健康寿命之间的差距就会越来越大——总体间隙将会变得越来越难闭合。正如伦敦地铁提醒乘客小心火车和站台之间的间隙，对于大脑及其性能这个警告也同样适用。每天都要留意自己的认知间隙，培养强健的大脑。



图　3-1

把你的大脑想象成一个银行；你要往储蓄账户中放入存款，同样也

要建立自己的认知储备。这能让你抵御认知退化。认知储备是指你到某个时间所积累起来的认知能力，以应对由疾病、创伤或年龄相关的损失引起的大脑病变。研究表明，你积累的认知储备越多，就越能延缓认知下降、降低损害程度、抵御大脑损伤。这解释了为什么较高的教育水平总是同更具保护性的认知能力相联系。你的大脑银行中有多少储蓄来应对大脑损伤的影响？往大脑银行中放入存款永远不会太早或太迟。例如，你是否经常听公共广播和谈话节目中的一些有趣采访，从中搜集自己感到特别的有意义信息，并同人分享？要想建立认知储备，你需要不断扩展自己的思维、总结宏观原则，而不是满足于做他人思想的记录者。拓展自我，进行你感觉亲近的思维挑战。

避免消耗自己热情的挑战。

虽然认知储备是一种真实现象，但目前更多的是一种理论建构，而不是一种可被实际测量的事物。我们创造这一术语，是为了帮助解释为什么人们在大脑损害程度和认知损失之间的关系上差异巨大。例如，相同程度的老年痴呆症，对某一个人可能只会产生很小的认知损害，但在另一个人身上却会导致严重的认知损害。类似地，我在创伤性大脑损伤研究中对一些个体进行了检查，有的人大脑损伤很轻微，却会出现严重的认知问题，反之亦然。[22~25]也就是说，我也对那些大脑受到严重损伤，认知功能却能恢复到较高水平的个体进行了检查。因此，为什么有的人大脑所受损伤轻微，却会导致极为严重的后果？而其他人虽然大脑受到严重损伤，却能在几个月内就恢复到较高水平？这两种不同类型的被试在大脑损伤发生之前智商相似，但认知储备却有差别。

大脑损伤和认知表现之间缺乏可靠的对应性，促使一些研究者开始对认知储备这一概念进行探究。认知损伤在检查中表现出来或被伤者身边的人察觉出来以前，大脑储备能缓解大脑损伤的程度。[26~27]

认知储备积累得越多，就能拥有越多的保护屏障，延缓由各种直接或间接伤害大脑的元凶所导致的认知下降，如化疗、长期压力、大脑损伤、中风或各种形式的痴呆症。如果一个人的认知储备水平较低，大脑的损伤程度即使非常轻微，也可能会对认知能力造成影响。相反，如果认知储备水平较高，同等程度的大脑损伤，储备水平高的人会比储备水平低的人症状出现得晚，程度也更轻微。如何积累认知储备？方法就是坚持进行复杂的思维活动。

保持思维活跃，能让大脑的神经元变得更健康，存活更长久。

你现在就必须决定，是否给予自己的大脑一个最佳机会，从损伤或其他偷走智能的因素中恢复，每天都达到最佳状态。你一天都不能等了，开始积极地锻炼自己的大脑吧。事实上研究者发现，大脑整体区域的认知更活跃的人，其淀粉样蛋白沉积也较少，这是一种非正常大脑沉淀物，常同老年痴呆症相关。[28~30]如果人们消极等待，大脑只有在面对挑战时才会激活，那么其效果也会更不稳固。你愿不愿意让自己的大脑倒退？对于大多数人来说，倒退是正在真实发生的事情。

因此，你建立和拥有的认知储备水平越高：

·就能更长时间地延缓认知退化。

·认知下降的程度就会越低。

过去10年，我的研究主要集中于开发大脑健康训练法，以有意义且对日常生活功能至关重要的方式延长最佳认知功能的寿命。[31~38]我的研究为健康大脑增加了证据，即如果我们实施大脑健康的ABC法，流体智力和高级思维能力在老年时期仍能得到改善。

·A＝Awareness，了解个人的大脑性能——强项和弱点。

·B＝Benchmark，确立大脑认知功能的参考标准，作为认知健康计划的起点。

·C＝Conditioning，条件为：有意识地进行自我激励的复杂思维挑战，调动广阔的额叶网络。

正如前面提到的，大脑健康是最为人们忽视的身体方面。我的一个客户史蒂夫说，他一直以能完成所有交给自己的任务为傲。直到做了大脑基准测试，他才意识到压力和信息超载让自己的大脑付出了巨大代价。他有记忆问题，无法进行连贯思考，以前富有创新性的思维能力也在下滑。他决意扭转情势，修复自己的认识损失。以一些特殊的策略为指导，史蒂夫决定通过一定的方法和锻炼改变自己的大脑习惯，重新恢复自己的智力潜力。

大脑是我们最重要的器官，值得你的关注。

大脑是整个身体中最有改变潜力的部分。作为健康最重要的组成因素，大脑应占据最重要和最前沿的位置。是做一个怠惰的大脑运动员，还是成为奥运会水平的优秀选手，一切都取决于你自己。拥有健康的大脑，长寿将成为社会和国家经济的促进因素。在下一章，你会了解维护大脑功能以及改进大脑健康所需要采取的措施，从而让自己的大脑在75岁或95岁时比现在更强健。

更多的方法和建议访问网站www.makeyourbrain-smarter.com。

了解大脑

1.没有大脑健康，就没有真正的健康。

2.尽快为自己的大脑健康水平确立一个参考标准，以尽可能长时间地恢复和维护认知能力。

3.大脑核心处理过程的复杂性，要求有一种非常精密的标准，来衡量流体智力。

4.坚持学习和教育能建立保护性的认知储备。

5.大脑健康检查甚至比身体检查更重要，因为这是维护和增强认知能力的第一步。

6.大脑健康习惯在所有年龄阶段都至关重要，每个生命阶段都有不同的认知挑战和认知潜力。

第二部分　最大化自己的认知能力

04　增强大脑的策略性习惯

你的思维的策略性能力如何？

多任务处理的好处和弊端有哪些？

你是一个信息把关者，还是痴迷于信息下载？

获取更多信息为什么不能让我们变得更聪明？

改进大脑健康非常简单，只需记住三个方面——无、一、二。即：

无的智能

一的智能

二的智能

如何利用沉默提高自己的问题解决能力？

怎么才能提升自己策略性管理任务优先顺序的能力？

大脑包含100多亿个神经元，超过10万亿个连接或突触。这个数字巨大得令人吃惊，代表了人们所能想象到的最令人惊叹、最复杂的网络。基因在这个复杂迷宫中起着重要作用，发挥建筑师的角色；大脑，尤其是额叶对一种无与伦比的计算思维起着支持作用，说实话，这种思维任何计算机都难以匹敌。

一名35岁的客户说，“我获取的信息越多，就越能帮我做出更好的

决定”。乔是一名非常成功的职业人士，积极参与社区事务，工作和所生活城镇中的会议一场不落，永远在搜寻并保留大量的信息，是许多项目的主要承包商。他从不对任务的优先顺序进行安排，而是错误地认为更多就是更好。

当被问及对自己的大脑性能是否有什么担忧时，他说，“我的孩子认为我记忆有问题”。他半开玩笑半认真地承认，“是有些问题。经过一天漫长的工作，我常感觉自己的大脑瘫痪了似的。我甚至不能准确叫出他们的名字，而我只有两个孩子！”

经过交流，我认为他的问题不在于记忆力。乔跟其他一些职业成功人士一样，竭尽所能利用自己的大脑，吸收并处理尽可能多的信息和事务。遗憾的是，他从未放松的步伐以及渴求信息的习惯正在损耗大脑的能量。

什么是策略性的大脑？当你策略性地利用自己的大脑时，它会对信息输入和输出进行分类整理，进行有意识的筛选。这个过程包含两个方面：①处理重要的必需信息；②筛除对手头任务不那么重要的无关信息。相反，非策略性的大脑会接收全部信息。

大脑虽然有着巨大的处理能力，也不能将每个信息输入都接收进来——它有自己的界限。大脑的天职是高效而灵活地工作；从构造上来说，它非常聪明。而不是做一个巨大的信息存储处理器。我们需要停下来问问自己，是否愿意把大脑的有限资源能力用在琐碎、未经筛选的信息上面。你在培养一个什么样的大脑？一个策略性大脑还是非策略性大脑？

即使大脑能储存和处理无穷的信息，你也不想整理全部信息。我想起了《血字的研究》中夏洛克·福尔摩斯向华生描述自己的情形：

瞧，我觉得一个人的大脑最初就像一个空荡荡的小阁楼，你得在里面填上自己选择的家具。一个愚蠢的人会把自己能找到的所有家具都填进去，这样那些可能有用的信息就会被挤出去，或者因为同许多其他乱七八糟的东西堆在一起，根本无从寻找。而那些有经验的人会非常小心地选择在自己的大脑里放入什么东西。他只会放对自己的工作有帮助的工具，这些工具种类齐全、摆放整齐。如果认为这个小房间有可伸缩的墙壁，能无限扩展，你可就大错特错了。可以肯定的是，到某个时候，你在大脑里每增加一些新的知识，就会忘记一部分以前的知识。因此最重要的是，不要在大脑里填塞无用的东西，而把有价值的东西挤了出去。

提升智能：从福尔摩斯说的这段话中，我们可以得到哪些有益启示？思考这些问题，你的智能将得到提升。

在我看来，这一点非常清楚：对于往大脑阁楼中储存什么，你要精挑细选，有策略、有计划。当然，一开始就知道哪些信息是有用的不大可能，但你需要一种比目前所使用的更有效的鉴别筛选系统。

一天结束之时，你是否对大脑帮你完成的业绩进行反思？你应该这么做。对你不断提出的诸多要求，大脑似乎只需付出很少努力，就能反应和执行。因此，它的作用常被看作是理所当然的。人们不是惊叹于它的伟大，反倒经常对它的一些小差错念念不忘。每个人都能回想起某个情形：自己记不起某个人的名字；或走进某个房间却忘了要做什么；或本来有个绝妙的主意和问题，等到自己发言时却怎么都想不起来了。

大脑精密的认知能力所蕴含的巨大力量比一个存储系统复杂得多。但人们仍会对记忆赋予一种非同寻常的价值。在一项对500名成年人进行的调查中，我问他们最想改变的智能是什么。超过80%的调查对象说

自己想让记忆力变得更好，如果可能的话，甚至是完美的记忆。

获得完美记忆的愿望如果成真，更可能是一个诅咒，而非恩惠。

但当某个愿望梦想成真时，你可能会发现这并不是自己真正想要的。金·迈达斯希望自己碰到的每个东西都能变成金子。他的愿望实现了，变得非常高兴，直到他碰到了自己深爱的女儿，后者变成了一尊金雕像。如果你拥有了完美的记忆，它可能会成为大脑健康和高级思维的最大绊脚石。

大脑时时刻刻、每个小时都在更新。从本质上来说，你在不断获得一个新的处理系统。实际上，大脑拥有改变的可能性，你做的每件具有一定挑战性、创新性和多样性的事情都能改变它。我在研究中发现了一个有趣的矛盾：如果一个人将注意力集中在记忆琐碎细节上，可能会对大脑进行更有策略性的抽象思考能力产生消极影响。[1~2]其实，试图记住尽可能多的细节，同精挑细选放入大脑中的信息是背道而驰的。这种模式解释了为什么单是获取更多的信息本身并不能让我们变得更聪明。与之相反的情形则更可能是正确的。接触海量信息会偷偷损耗或僵化你的智能。但我的研究还显示，如果将精力集中在更具策略性的抽象思考上，记忆细节信息也会变得更容易。

一切事情都是一种平衡。你对细节关注越多，理解大观念并将其放入大脑银行就会变得越困难。

如今，为了解决和完成比以前任何时候都要多的任务，人们竭尽所能地使用自己的大脑。产出、产出、产出，这个熟悉的词语在我们的思想中、在学校、在工作场所、在家里一遍遍重复。但要想培养一个健康的大脑，你必须让它停止啜饮管道中吐出的海量信息。你需要做的是全力培养一个策略性的大脑。

努力培养一个策略性的大脑；一个策略性大脑会对大脑和生活不断进行改变。

琳达是某世界500强企业的一名高管，对她来说，她需要克服的最大障碍是干扰。“办公室不断来人、来电话，电子邮件越积越多——每回复一封就立刻收到一封新的回复邮件——这些干扰在消耗我的生产力。下班时，我常感觉无论自己多努力或工作多长时间，都无法应付这一切。”

是的，过度工作是职场中非常普遍的一种危险。我的大脑健康小组用特殊的方法对琳达进行了训练，让她重新控制和利用自己的智能。重新获得对自己智能的控制需要每天对一到两件最重要的任务进行优先处理，而不是从一件干扰事件上跳到另一件干扰事件上，手忙脚乱。在不同的任务之间来回倒腾在工作过程中很常见，这种行为会导致最关键的任务无法取得进展，并对大脑的策略处理和深层思考形成阻碍。继续往下阅读，看看琳达如何改变了自己对思维生产力的看法和习惯。

关于生产力的不准确观念体系，是大脑健康的最大障碍。我们衡量生产力的标准常常是自己回复邮件和电话的速度，应付每天无数需求以及从待办事项清单上划掉一个个条目的能力。但问题在于，大多数任务都未经深思熟虑而草草完成——思维几乎处于自动化的麻木状态。快速的反应让我们感觉自己好像在以光速前进——似乎我们在推动时间的车轮前进。但我们是不是轧上了玻璃碴或铁钉，扎破了思维的轮胎，精力消耗殆尽，从而导致大脑失去平衡？

对有些人来说，如果他们未能立即回应各种干扰，就会产生一种愧疚感。

随时回应干扰事项会让大脑失去平衡。

一个叫保罗的客户曾问我，“如果老板要求我立即回复怎么办？如果不能准时回复，我就无法得到上司的赏识。延迟一会儿，不要立即回复，这么嘴上说说很容易。但更重要的是不能让我的老板知道这一点，否则我得不到晋升，你能负责吗？”

我回答，“你说的一点都没错。必须在所有层面都达成共识——尤其是管理层。有些领导本身就是最大的问题制造者——他们导致员工处于持续的被干扰状态，降低了团队生产力，这是搬起石头砸自己的脚。”

如果不能立即回复就会感觉愧疚，这促使你时时投入行动，但这么做对大脑效率并无裨益。对很多人来说，竞争心态使其成为自己的最大敌人。我们总是认为不论任务是什么，自己总能在最短时间内完成所有事情。

以吉姆为例。他是一名中层管理人员，他曾告诉我，“我感觉似乎在同自己和自己的团队竞争。知道答案并把答案第一个发送出去，这让我感到自己有价值、很重要。”同吉姆截然相反的是卡门，她是我最近的一名客户，她说自己注意到，“如果我不立即回复，或做出条件反射般的反应，大多数问题都能自行解决。现在我不会紧张地回复各种邮件，试图马上解决问题，而是让问题顺其自然地发展（如果不是紧急情况），然后策略性地选择处理时机。而到了那时，往往85%的问题都已得到解决，不再需要回复了。”

多利·克拉克（Dorie Clark）在发表于《哈佛商业评论》上一篇题为《2012年你应停止做的五件事情》（Five Things You Should Stop Doing in 2012）的文章中，建议人们不要像一个“受过训练的猴子”[3]一样回复邮件。她评论道，回复邮件正变得像“大脑的自动售货机”一样——不同的间隔时间进一步加强了这一行为。实际上，只有极少的邮件

需要立即回复。正如克拉克所写道，“90分钟的等待不会杀死任何一个人，却能让你在工作日完成一些非常重要的事情。”我非常赞同她的看法。

我在研究中发现，超过87%的职业人士报告说，自己一天超过80%的时间会受到干扰，甚至连五分钟的时间都抽不出，深入思考需要完成的重要工作，或全面思考一些想法，使处理重要问题的电话会议取得进展。很多努力都被白白浪费掉了，因为我们没有留出一定的时间和空间进行思考。大量未经过滤的新信息占据了你的注意力，电话铃声、邮件到达声以及接连不断的人为打扰剥夺了清晰、策略性以及深刻的思考。持续不断的干扰会消耗你的生产力。这些打断性的干扰和环境会逐渐变本加厉，而非慢慢好转，从而导致越来越多的干扰。后果就是效率降低，错误增多，压力越来越大。

我们非但没有策略性地决定如何利用自己的大脑时间，反倒以自己每天收到并回复了多少邮件和电话为荣。不是试图克服对随时随地回复的痴迷，我们24小时、白天黑夜地待命，不论在家还是工作。直到现在，大脑科学才发现这种快速的交流非但无益于大脑的竞争优势，而是会产生阻碍作用。

纳坦·塞尔德斯（Nathan Zeldes），英特尔公司前信息技术首席工程师，现为Nzeldes.com网站负责人，他在2007年曾写过一篇题为《信息癖：我们为什么不能再继续忽视这一问题》的文章。[4]塞尔德斯及其同事，大卫·斯沃德（David Sward）和西加尔·卢钦海姆（Sigal Louchheim），将“信息癖”定义为对信息下载成瘾的精神状态——一种对更多信息无法满足的渴望。这种成瘾习惯虽会导致持续的压力和分心，却极难破除，而且本质上来说，这种信息癖对大脑会产生有害的影响。

这种痴迷是一种对技术无法满足的渴求，如果没有技术就会变得束手无策。不断获取更多信息的能力或许正是导致这种病态情形的原因。

随着时间的推移，专注于一到两种可靠信息源并继续深入思考的认知能力，可能会由于你的这种习惯而不断下降。大脑对进入其注意力中心的信息进行阻止的能力将会减弱，意味着额叶可能会变得错误频出、不可靠，甚至完全瘫痪。简而言之，你对自己的大脑进行了重新设置，使其变得易疲累，注意力不集中，不停回应各种干扰。你正将自己的智力资本置于危险之中——每天都是如此。

对信息的贪婪渴求正在毒害大脑的生产力。

“每天当邮件、会议及谈话中的各种新信息和行动计划涌现到面前时，我就会感到自己血压升高”。琳达是一名世界500强企业的高管，她进行大脑健康检查前如是说。“我总是强迫自己吸收大量信息。”

■你能策略性地处理手头任务吗

问自己下面的问题，看看自己的策略性注意力是强是弱：

·你在处理主要任务时能忍受频繁打断吗？（每小时3~4次）

·当你被要求完成一项新任务时，是会立刻着手处理新任务，还是继续集中于当天的主要目标上面？

·当你进行一个重大项目时，每天多任务处理的次数会超过两次吗？你会不会在有背景噪声，需要大脑积极屏蔽的环境中工作？

·为了解决复杂问题或完成重要的任务，你在通常的入睡时间之后继续工作的次数每周会超过两次吗？

·你是否知道什么时候自己进行清晰思考和高效工作的能力已达到饱和？

·你是否能辨别自己处理任务时是否过度劳累？

如果两个以上的答案为是，那么你的策略性注意力就需要一次全面调整。

总是处于一种持续的分神状态是谁之过？是你身处的快速变化的世界，你的老板，还是你自己？但现代社会的人们似乎在努力分散自己的注意力，很短时间的单一信息输入都无法忍受。

微软一些研究生产力的专家拍摄下了人们在一个典型办公室中进行工作的29个小时的情形，发现他们每个小时平均被打断4次。[5]另外，有40%的时间，他们未能重新回到打断前正在处理的任务上。任务越复杂，在打断后继续进行的可能性就越低。

提升智能：对自己的工作情形进行记录。在家里或工作时，你处理一项任务的时间超过10分钟的次数有多少？

除了对各种干扰（邮件接收通知、短信、电梯铃声）持续回应，如果你同许多成年人一样，就会对信息的过度刺激和大量下载感到强烈吸引和偏爱。巨大的信息下载正对我们每个人产生隐蔽的伤害，而我们却错误地认为自己正因信息狂热而蒸蒸日上。从个人层面上来说，这些不间断且不断增加的干扰同压力水平增高相关，例如皮质醇、挫败感和恶心增多、创造力受阻等。

你是否经常在一天结束时感觉大脑异常疲惫？这或许是因为你未能开发和增强有效的额叶策略，对信息进行分层次组织，分辨哪些信息需要处理，哪些需要丢弃。这就好像直勾勾盯着太阳，由于阳光过于强烈

而看不见它一样。你的大脑无法记住所有事情。信息超载正在让你的大脑视线变盲。

策略性注意力要求你从信息吸收转移到解决问题上。这种能力让你将精力集中在中心任务的同时，对分心事务进行屏蔽和过滤。集中力并非只是将注意力集中在眼前情境上，更重要的是知道什么时候后退，将思维从分心事务中抽离出来。正如肯尼·罗杰斯（Kenny Rogers）所言，“你需要知道什么时候保留它们，什么时候收起它们。”这正是改善策略性注意力必须做的：知道什么时候该留意，以及留意什么，同时还要知道什么时候无视，什么东西需要无视。

■改进策略性注意力

额叶相当于大脑的守门人——让某些信息进入，同时阻止其他信息进入。如果你努力处理尽可能多的信息，大脑就会变得无力招架，潜力不能充分发挥出来。

科学研究揭示了维护和增强智能、改进策略性注意力的方法，从而提高生产力和总体健康水平。改革学习方式、激活想象力、激发更深层思考的一种关键方法是，要更有策略性地确定每次接收多少信息，付出多少努力屏蔽干扰信息。

当策略性注意力得到改进，你就能培养习惯，重新获得对自己时间的掌控，而不是被各种待办事项牵着鼻子走。通过培养策略性注意力的习惯，你可以充分利用额叶网络所拥有的巨大潜力。

策略性注意力建立在“越少，效果越好”的大脑原则基础上。

你要努力开发和促进各种策略，以提升自己的策略性注意力。如何才能做到？你需要积极主动并有意识地确立一些关键习惯，确定目标的

优先次序，并从大量的信息输入中提取同目标相关的观念或特点。

提升智能：练习在至少15分钟内，不受打断、策略性地处理一项核心任务。

经过练习，大脑有着巨大的潜力，能过滤掉涌入感官中的大量浅薄信息。但问题我们总是处于一种过度警觉的状态之中——将注意力集中在每件事情上。托尼·施瓦兹（Tony Schwartz）是“能量计划”的董事长和总裁，还是《任何事情都追求卓越》（Be Excellent at Anything）一书的作者，他在发表于《哈佛商业评论》的一篇文章中提到了每次只做一件事情的重要性。[6]他提出警告，当前时代人们的主要问题在于失去了终点线和界限的概念，总是连续多个小时同时处理多件事情。我同意他的看法。情形变得如此糟糕，我们甚至不相信自己能每次只做一件事情——也不愿意这么做。阅读这本书的最大收获以及采纳的最简单习惯就是每次只做一件事情。一旦你发现这么做自己会变得多么高效，就再也不会回到老习惯上去了。

跟踪记录自己多任务处理的情形。在三天的时间中，做以下事情：

·记录自己每天能有多长时间只集中于唯一一项任务上，其他什么事情都不做。

·记录自己能处理多少项任务，超过15分钟，中间没有任何打断。

·看看由于自己同时处理多项任务或因干扰中断任务，会多走多少弯路或付出多少额外努力。

·同时处理多项任务的元凶在于，当你在做其他事情时脑袋里塞满了大量想法。

我们强迫自己的大脑扩展它们的有限资源，既要对干扰进行积极屏蔽，还要同时集中在多项任务之上。结果，我们受到了双重惩罚。这解释了为什么不管人们年龄多少，清晰的思考似乎都变得越来越难。但其实思考本不必如此费力，只要你能做出少许调整即可。

大脑屏蔽和过滤信息所需付出的努力，同集中在信息上面的一样多。

我们常常在嘈杂、繁乱的环境中工作，这样大脑就需要付出大量努力，积极屏蔽无关信息。无怪乎许多人工作过劳，大脑消耗严重！现在知道了为了屏蔽干扰刺激，大脑需要付出更多的努力，你是否会对自己的工作环境重新进行一番考量？

科学家们一直在试图开发一种标准，以显示大脑挑选信息和阻止信息的效率。屏蔽不重要或无关的信息，同有选择性地处理必要信息同等重要。当人们说“我想要改进自己的集中力和专注力”时，我会建议他们，改进忽略信息的能力要更有效——那么集中力也会随之变敏锐。

在不久的将来，一种大脑生理指标将能通过测量大脑阻止信息和处理信息的能力，确定额叶的整体性能。

根据策略性注意力的不同特征，我将人们归为四个不同的类别。

强大的策略性注意力

1.策略性注意者：属于这一类的人会利用时间和实践来学习，运用各种策略改进自己的表现。

2.快速学习者：快速学习者能快速运用策略，持续改进自己的表现，并显示出一些普遍性益处，改善基础记忆能力。

低效的策略性注意力

3.缺乏策略：这一类人会试图记住所有事情，而不运用策略，不能将注意力集中在一些特定信息上，同时忽略其他相关性较低的信息。

4.有缺陷的把关者：这类人不但会试图记住所有事情，还把大脑接收信息的入口设置得过宽，因此无关信息甚至没有出现的信息都会在学习和思考过程中侵入。

在上面四种分类中，你属于哪一类？

37岁的道格从不对自己接收的信息进行把关。甚至在大脑健康检查过程中当他被要求只完成一件任务时，还是会同时处理多项任务。跟很多人一样，道格进行多任务处理的干扰主要发生在他自己的大脑中。他内心的各种想法阻止他全心全意投入现时现刻中。作为一家小企业的负责人，道格不但要参与企业的战略开发，具体的执行也需要他的关注。无法战略性处理重要信息同时屏蔽次要信息，这种能力的缺失限制了他的大脑潜力。因此他一直努力想要提升自己进行战略规划的水平。

简，30岁，任职于通信领域，最近进行了一次大脑健康检查。她说自己很难在一项任务上集中很长一段时间，部分原因在于她的工作性质。不停变化的环境，对电话和邮件进行快速回应的压力，让她在保持策略性注意方面很吃力。另外，简感觉自己必须搜集尽可能多的信息，为形成某种观点提供充分的依据，以正确引导客户，增加己方的可信度。

对策略性注意力进行了详细讲解，我们还向她提供了一些建议来提升必要认知过程的水平。通过练习，简现在能够策略性地处理重要信息，排除非重要信息。结果就是她的大脑效率得到了提高，创造性思维水平提升，生产力增加。另外，我们还专门向她提供了一些减少大脑疲

劳的特殊建议：

1.每天确定一项议题或任务，寻找比当前做法更好的解决方式。然后同任务或议题拉开一定距离，花时间仔细思考可能的解决方式。在一星期之内，向老板报告自己的见解，显示独立和策略性的思考。

2.进行邮件交流的间隔训练。设立一个固定时间处理邮件，时间到后立即停止——例如每天处理3次，每次20分钟。在这段时间只处理邮件——不要同时做其他事情。这样邮件所传达的信息能更深思熟虑，包含更多的想法，比条件反射式的回复更能引起收件人的注意。不要把大脑状态最好的几个小时用于删除邮件，这是一件非常浪费时间的工作，还会让你产生工作产生进展的错误感觉。

3.减少每天接触的信息数量，把精力集中在一到两个最重要的信息源上。

在日常生活中，你可以应用以下三种策略来提高自己的策略性注意力。这三种核心策略后面会进一步介绍。

·无的智能

·一的智能

·二的智能

无的智能

你是否经常绞尽脑汁地解决某个问题？但也许从问题中脱离出来，休息一会儿，大脑解决问题的效果最好呢？你是否曾注意过这种情形，你费尽力气地努力解决某个问题，有时却会在睡觉前或早晨刚醒来时，一下子得到了答案？连接会在大脑激活放慢甚至休息时建立。

大脑研究专家的发现表明，当思维安静下来，大脑活动减慢时，我们能以新的方式把事物连接起来。当我们热切地拼命搜寻答案时，实际上是在阻碍自己的思维，而不是解决问题；大脑被逼至极限，无法发现新鲜的想法。

睡眠有益于策略性思考。

回想一下你有没有遇到过这种情形，一个人朝你走来，但你怎么都想不起他的名字了；你变得非常尴尬，你知道关于他们的所有事情，比如你们是怎么认识的，他住在哪里，甚至你连他们孩子的名字都知道。你在脑海里疯狂地搜索着那个人的名字，但一无所获。就在你已经放弃了的时候，不知怎么地——可能在相遇后你开车回家的路上，可能在晚上刷牙的时候，那个人的名字突然一下子出现了，清晰得仿佛水洗一般。但为什么在需要的时候想不起来呢？这种情形表明大脑的搜索–急救功能，即从记忆存储系统中即时调取所需信息的能力出现了偏差。这个简单的例子显示了你如何在思维休息时回忆起某些信息的情形。

大脑悖论：当你放缓大脑的脚步，它能工作得更灵敏。

很多人说自己状态最佳、最深刻的思考出现在半睡半醒间，洗澡时或乘飞机时——当脱离自己习惯性的忙碌生活环境时，也就是放弃努力思考时。这真是一种让人惊叹的思维现象！

当我们放弃绞尽脑汁努力思索时，大脑才会为我们出力。

解决问题或寻找答案并不仅仅意味着集中精力或屏蔽干扰；同时还有同问题拉开一定距离，让思维得到休整。科学研究发现，当我们遇到思维僵局时，平静的大脑更有可能激发创意想法，刺激突破性思考，解决复杂问题。乔伊迪普·巴塔查里亚（Joydeep Bhattacharya）是伦敦大

学金史密斯学院的一名教授，他发现根据被试放缓的脑电图活动，他能预测他们什么时候可以解决复杂的谜语。[7]怎么预测的？此时在大脑的右半侧可以看到稳定的阿尔法波，这种脑电波同处于放松状态的大脑相关。

关于大脑是如何工作的一个更有意思的发现是，在巴塔查里亚的研究中，当被试索要了有助于解决问题的线索后，他们的脑电波图中出现了强烈的伽玛波节律（同阿尔法波相反），这说明大脑对利用线索解决问题的开放程度似乎降低了。巴塔查里亚说明，当大脑费劲费力地解决问题时，会让成年人利用额外线索的能力变得僵化。他们思维似乎卡住了，无法辨别新的选择解决面前的问题，同思维敏捷灵活、能看到各种新可能性的状态正好相反。虽然阿尔法波和伽马波模式预示大脑状态的方式仍存在争议，脑科学家认为，处于放松状态的大脑能让前脑区域连接表面看起来分散和遥远的信息，从而产生创新性的解决办法（见第05章）。

在发表于《纽约客》上的题为《寻找灵感》（The Eureka Hunt）的文章中，约拿·莱勒（Jonah Lehrer）生动描述了沃尔格·道奇（Wag Dodge）的真实人生经历，在1949年蒙大拿州的一次火灾中，道奇带领着一个15人的消防队同失控火灾奋战时被大火围困。[8]他看着大火一步步逼近自己，做出了一个非常违背人类本能的举动——他停了下来。在这一刹那的停顿之中，他脑袋中灵光一闪，正是这个灵感拯救了他的生命。他点燃一根火柴，迅速将自己周围的斜坡点着，然后浸湿手帕，在四周浓烟滚滚的地上趴了下来。在这场大火中，13名试图逃跑的消防员无一生还，道奇却安然无恙地幸存下来。他也无法解释那个点子从何而来，或是怎么想出来的，但在停顿之中，一个拯救生命的办法出现在他的脑海之中。

我把这称为“无的智能”。当大脑不再拼命试图解决手头的问题时，一些宏大的点子常会出现。大脑在看起来无所事事（因为大脑从不会真正休息——谢天谢地！）或处于一种较为平静的状态中时可以思考得更清晰。[9]我们经常会在停止尝试或清空大脑时经历一些重大的恍然大悟时刻。我们在利用“无的智能”时，大脑的额叶会继续搜索，改变策略，并开始用新的方式思考。

为了做出决定搜索更多的信息？停止搜索或许能让你更聪明，更有决断力！

恍然大悟时刻，或灵光一现时段的特征如下：

·感觉思维好像撞到了一堵墙壁，然后突然出现了突破。

·看到解决问题的新方式，而这些方式以前好像不存在似的。

·非常确定某个主意会奏效。

·在理性思维之外，进行视野更宏大的思考。

当我们解决了问题时，常会惊讶自己为什么以前没看到这种解决办法。这是不是意味着你不应该努力工作来解决问题或完成任务？当然不是！但你必须知道什么时候运用无的智能，给大脑一些休息时间，好让新的灵感显现。当你跟问题拉开一定距离时，额叶会以一种创造性的方式为你效力。

利用沉默深入思考，从不同的角度看待事物，解决复杂的问题。

人们真正运用无的智能的时刻越来越稀少了。相反，人们总是不停地往自己的思想空间中填塞多余刺激。以帕蒂为例，她说跑步时是自己大脑最好的休整时间。我说，“太糟了。说说你的跑步方法——是边跑边

欣赏风景，还是听音乐？”她回答，“我跑步时一定要听iPod，里面有我喜欢的音乐。”我告诉她，“这样大脑必须主动屏蔽音乐的影响，实际上工作得更辛苦了，而不是获得自由空间，建立新连接。所以跑步时听iPod对大脑来说根本不是休整时间。”

还有人觉得开车是大脑的休息时间。同样，很多人无法忍受安静。试着找找自己有没有在某个时间所处的环境是真正安静的，不需要屏蔽任何背景刺激？你什么时候主动留出时间，让“无的智能”发挥作用？在繁忙的日程安排中留出一定的安静时间，能提升你的复杂思考能力。

当你出现下面这些情形时，练习使用无的智能：

·大脑疲劳。

·信息超载。

·需要做出重要决定，但缺乏清晰的方向。

·某个问题陷入僵局。

·感觉挫败，消极。

提升智能：为大脑留出一定的休息时间。要想经历顿悟时刻，就不要思考过度。

■一的智能

你能想象一种没有多任务处理的生活吗？由于技术的进步，我们能够做越来越多的事情；换种说法就是，我们期待也痴迷同时做更多的事情。我最近收到的一些毕业生简历中，在能力一栏常会出现这样的话语：“高效的多任务处理者”或“具有同时处理多项任务的能力”。与电子

邮件、手机和网络随时随地的连接，让人们相信多任务处理是成功的关键；我们以他人和自己能在同一时间做多少事情而自豪。

让自己的思维脱离惯性，发现新的思维方式。

不论什么时候以策略性注意力和“一的智能”为主题进行演讲，我都会举起自己的右手作为开始，并说：“大家好，我是桑迪，我是一个已经康复的多任务处理痴迷者。”

你是一个多任务处理狂热者吗？

这是真的。在研究最初阶段，我常常同时处理多项任务，觉得自己又快又好地完成了所有事情。但随着对大脑运行方式经验和知识的增多，我开始明白多任务处理是我对自己的大脑做得最有害的事情之一，它夺走了大脑的能量和高思维效能。

是的，多任务处理从表面看起来有一些积极的好处：

·能迅速获得大量信息。

·从多个来源中获得更多信息输入。

·能工作得更快。

·在更少时间中回应更多人的能力提高。

·能在同一时间中做更多的事情。

但我们必须停下来问问自己：“痴迷于多任务处理让我们付出了什么代价？”几年前我曾问过自己这个问题，所发现的答案永远改变了我的生活。

你是否发现自己的大脑常濒临极限，几近崩溃？你是否经常会入睡困难？

多任务处理会降低策略性注意力的水平。

研究显示，如果将同时处理多种任务的所有时间汇总，我们实际上每天要工作46个小时，每周322个小时，而不是通常的24小时和7天，但这是不可能的。[10]无怪乎我们的大脑成天疲惫不堪！多任务处理对大脑极其有害，会削弱高级思维能力。认知测验和大脑影像研究表明，多任务处理会导致：

·思考更浅显，更不集中。

·错误增多。

·思维处理水平发生剧烈的消极下降。

思考一下多任务处理以及频繁干扰的影响：

·高效的思维生产力要求在某段时间内一心一意地处理任务。

·每次只做一件事的观念，并未在工作场所、家庭得到个人或上司的认可。

·平均来看，我们在不进行多任务处理或被打断情况下，思维全神贯注的持续时间只有3分钟。

·一旦被打断，大脑平均需要20分钟的时间才能再回到原来的工作中。

·把注意力分散的时间和回到原来任务上的时间汇总，等于2.1个小时！如果我们能收回所有这些时间该有多好！

丢失的时间并非唯一重大损失。多任务处理还会导致疾病。它会引起皮质醇累积，这是一种会降低记忆力、引起脑细胞死亡数量增多的压力激素。一些科学家甚至认为，压力累积和皮质醇水平升高是一些疾病（如痴呆症）的主要致病因素。[11~13]

简单来说：大脑的天生构造就不适合同时处理多种事情。

我们的大脑让大多数人误认为自己是超级多任务处理者！在调查中，大多数人认为自己同时做两件事情时能同样高效。这不是真的。我们在损耗自己的大脑——不断要求它同时进行两项活动，让它变得疲惫不堪。同时处理两项任务时，大脑的额叶必须快速来回切换。大脑的先天构造就是一种能力有限的单通道行为系统；除非在一些极为稀少的情况下，如果试图同时做一项以上的事情，大脑就会遇到能力瓶颈。

当你在一件任务上面叠加第二件甚至第三件任务时，思维就会变饱和。此时额叶连接要更辛苦地工作，以抗拒来自信息流的各种干扰。[14]如果只是追求单一目标，额叶能高效工作；而如果是同时追求两个目标，额叶的力量就会被分割并相应减少。[15]如果你在注意力控制区增加第三项任务，错误就会急剧增加，达到原来的三倍。差错大幅增加揭示了认知任务超载的严重局限。这种智力资本的超支代价巨大。

痴迷于多任务处理的人总想挑战这一发现。他们说，“或许大多数人做不到，但我知道自己可以同时处理多种任务。”他们说得没错。在多任务处理的不可能性中的确存在一些特例。如果我们试图完成的任务中有一件以上是自动进行的（例如需要较少的思维控制），在同一时间做两件事情是完全可能的。例如，想想你是否曾经一边叠衣服，一边聊天。卡内基梅隆大学认知大脑影像中心的马塞尔·贾斯特（Marcel Just）及其同事进行了一项研究，试图发现被试能否一边倾听句子并判断其正误，

一边在完成模拟驾驶任务，在此过程中他们的大脑会被扫描。[16]研究者试图模拟人们一边打电话一边开车的情形，但他们也承认，判断句子正误并不完全等同于驾驶者与电话另一头的人进行的深度对话，前者是一个更为自动化的任务。

但在这项2008年的研究中，贾斯特和他的同事仍发现，当被试的大脑一边处理句子一边驾驶时，驾驶的准确性（例如更多的驾驶错误）会极大降低。更重要的是，负责驾驶能力所必需空间处理的脑区（顶叶）激活发生了大幅减少——减少比例高达37%。研究者认为他们在这项实验中之所以未能像其他多任务处理研究那样发现额叶活动的差别，可能是由于两项实验任务都具有较高的自动性。对于大脑来说，一边模拟驾驶一边处理句子的任务，同一边在高速公路上的密集车流中驾驶，一边应对各种威胁生命的分散注意力因素，完全没有可比性和挑战性。

但这并不是说你应该好几个小时都固定在一项任务上。如果在一项任务上待的时间过长，大脑会变厌倦。任务切换显然也有一定的好处，它能帮助思维更新。你可能会发现，处理一项复杂任务一定时间后，转到另一个完全不同的任务上一会儿，再回来处理复杂任务时思维会变得更有活力。你只需要在二者之间保持一种平衡即可。

提升智能：不要同时处理多项任务，而要依次循序进行，记住“一”的智能——将注意力集中在一项任务上，即使只持续很短一段时间。

■“二”的智能

待办事项清单是个好办法，非常有必要。有了它的帮助，你不必一遍遍提醒自己需要完成的事项——这种提醒本身就是一种大脑消耗。我们已习惯了用待办事项清单来安排自己的生活。但更常见的情况的是，

待办事项太多，我们却从不反思其中的先后优先顺序，结果只是看一眼那些密密麻麻的事项，几乎就要把人压垮了。而且这种记录无法反映任务的最后截止时间，还经常缺乏必要的精确性，不能告诉我们从何着手，此时又该做些什么。看着无穷无尽的任务列表只会让大脑陷入一筹莫展的境地之中。

通常情况下，待办事项清单是由一些推动任务向前进展的简单任务组成，例如下面这些：给这个人发邮件，给那个人打电话，同某某核查，或完成某个具体的文件。如果你同大多数人一样，那么面对海量的待做事务列表时，你会选择先做其中最简单的事情，或能在一定时间中完成的任务，这样可以给你带来从列表上划掉已完成事项的满足感。但这种处理过程会把需要运用更多策略思维的困难任务留到后面，而到那时大脑的疲劳程度也相应加深了。面对干扰事务，我们总会立即进行回复和处理，大脑经常以低于潜力水平的状态运行。而注意力经常处分散状态之中，导致我们的智力局限在一个非常浅层的水平上。

还记得琳达，那个世界500强企业的高管吗？她对自己的大脑健康状况以及循序处理任务的重要性有了更多了解之后，会让自己以一定的时间间隔对主要任务进行持续深入思考，并有意识地把大多数时间分配给最重要最核心的任务，对自己的智力资本进行了明智投资。

要想增加自己智力资本的投资回报，你需要把精力集中在最重要的任务上，而不是把时间投资到大量“垃圾”任务上。

琳达对我解释了不同，“在工作上，策略性注意力得到改善后，帮我改变了自己分配工作时间的方式。我强迫自己改变了对几乎每个打断都立即进行回应的习惯，进行间隔时间练习，在某段连续时间内专心致志处理事情。我不再允许自己被频繁打断，即使是自己的思想，例如接下

来要做哪些琐碎事情都不行。专注于主要项目，不允许耗费时间的频繁打断发生，对我产生了巨大的帮助。我现在每天会留出一定的时间间隙，专门用于处理邮件和回电话，而不是一整天随时回复。我简直不敢相信其中的差别，现在我进行一天的每项活动时都更全神贯注。

正如T.布恩·皮肯思（T.Boone Pickens）所言："猎取大象时，不要让自己的注意力被追逐兔子分散了。"

她继续说道，"了解策略性注意力，并采取措施对其进一步增强，减轻了我的心理压力，因为我发现对于失控的工作日程，我真的可以重新取回控制权，并仍能拥有高生产力和回应能力。"

提升智能：记录自己的待办事项清单时，集中在两件事情上——大象事务——影响最大，需要投入最多注意力、大脑精力和策略思考的任务。

不要让自己注意力被一整天沿着一条没有尽头的小路追逐兔子分散了。根据本章最后的"大象–兔子"待办事务清单的样式，制作自己的任务清单，利用"二"的智能。确定自己每天最重要的一到两项"大象"事务——它们是你的重中之重。注意："兔子"事务不应该变成"大象"事务；它们都是一些次要的任务。

琳达也赞同这种方法。"我现在不会总是同时处理多种事情，从待办事务清单上划掉一个个不重要的条目，而是将自己的大部分工作时间都专注于核心任务之上。当需要休息时，我会开始处理一些不那么重要的"兔子"事务。我对自己的日程计划会经常进行重估，确保自己的大部分时间都用在处理"大象"事务上——对于当天保持生产力而言最重要、最核心的任务。我现在意识到如果忽视了自己的"大象"事务，它们就会压倒我。但"兔子"事务就不会；它们还会再回来。了解了自己的大脑健

康状况，以及自己在每天的待办事项安排上是多么低效，对我的生产力产生了重大影响，甚至工作产量也变得更强大了。我现在甚至准备在办公室门上贴这样一张告示：“请勿打扰——处理重要事务中！”

为了思维变得更聪明，我们必须不断重估和确认一至两个最优先事务，需要我们投入大量充满活力智能的任务，而非筋疲力尽的残余精力。甚至做某项活动的过程之中，我们也应该问问自己：“现在正在消耗脑力的活动，是需要投入最长时间精力并会产生最大影响的任务吗？”

提升智能：策略性处理自己每天最重要的两项任务。

为了提升认知功能，你必须利用策略性注意力的力量，培养一个能够过滤信息和专注精力的大脑。这将会提高你的工作效能，改善健康状态。策略性注意力本身是最大化认知潜力最具行动导向性的措施，但只有它一个是不够的。在下一章我们会了解关于大脑重要认知处理过程——综合推理的知识。

了解大脑

无的智能：当思维碰到障碍无法继续前进时，让大脑安静下来，重新获得活力，寻找新颖的解决办法。学习利用沉默解决复杂问题，进行深入思考。

一的智能：第一，每次只处理一件事情。循序渐进地处理，而不是同时处理多项任务。第二，对进入大脑的大量信息进行策略性屏蔽，清楚知道该选择什么。

二的智能：确定自己每天最重要的“大象任务”，并投入大部分时间。

让你的大脑更聪明

 ______________________________

 ______________________________

 ______________________________

 ______________________________

 ______________________________

 ______________________________

 ______________________________

 ______________________________

 ______________________________

 ______________________________

 ______________________________

 ______________________________

05　增强综合推理能力，提升大脑性能

复杂思维活动如何重构大脑，让它变得更健康？

为什么坚持进行综合推理能让大脑变得更高效？

进行复杂思维活动，例如综合推理，

是以什么方式改善大脑的生理健康的？

什么时候应该将接收到的事实性信息转变为抽象观念，为什么？

进行综合推理活动方面的思维挑战，是如何防止流体智力退化的？

哪些活动和环境能为扩展综合推理能力提供大量机会？

如何利用综合推理的原则让会议变得更活跃，

激发邮件交流中的思维火花？

改善综合推理能力，提升策略性领导技能的方法有哪些？

你是否感觉周围的人能够：

·将你曾思考过的一个观点表达出来，并用语言将其完美地组织起来，产生重要影响？

·写出具有独创性思考的邮件，并获得积极的反馈？

·在电话会议交流中表达具有持久和强大影响的观点？

·在其他人刚刚开始考虑的时候，即想出具有前景的解决办法？

·产生具有前景的解决办法，促使其他人立即对其进行考虑？

你觉得自己或许拥有同其他人一样多的潜力，却有些不确定。是因为自信吗？还是社交天分？抑或是这些人充分利用机会，付出努力，从而成为观念开创者？还是他们养成了经常进行复杂思维活动的习惯？我敢打赌原因在于后者。还记得本书的开篇故事吗？很长时间以来我们一直认为（现在大多数人依旧这么认为）自己要么天生聪明，要么不是。现在立即抛弃这种过时的传统看法吧。没有什么事情是你不能做得更好的。

综合推理，是一种丰富、多面、无所不至且令人印象深刻的思维能力，如果经常练习，能彻底改变大脑的健康习惯和思维智能。

完整的创新观念看起来像是天生的，但其实它们更是长期、努力、动态思维习惯和内容处理模式的副产品。无论年龄多大，这种思维习惯都可以改善综合推理水平。但扩展这种能力需要付出时间和努力。为了改变自己在上面加黑点条目中的能力，进行深入的思考，将这些想法融入自己每天的交流之中。甚至可以利用沉默来放飞你的思维，想象众多的可能性。通过练习综合推理来每天进行复杂的思维活动，接受这一挑战，那么你将能够提升自己的个人技能，成为一名CEO，亦即“认知执行官”（Cognitive Entrepreneur Officer）。

综合推理是大脑的白金级认知财富。这是千真万确的。综合推理对于所有你努力实现的重大目标、做出的决定、管理的项目以及重大人生变化和选择都起着根本性的作用。但这一白金级财富需要坚持进行巩固。从积极一面来看，你能立即提升自己的综合推理能力，不要因为别人在你某个人生阶段所下的判断而裹足不前，抑制自己的潜力。无论你处于哪个人生阶段，都拥有巨大的潜力变得更优秀，脱颖而出。从另一

方面来说，如果你认为自己在综合推理方面的能力相当强大，请谨记，除非经常练习，这种能力在某个阶段强大并不意味着就能一直保持。综合推理是一种不练习就会快速萎缩的能力。

综合推理表现在以下思维活动中：

·产生综合观念。

·在自己丰富知识基础的背景之下，对创新想法进行调整和更新。

·从复杂信息输入中提取广泛的原则并进行变化。

·创造更广阔的新思维方式和行为方式。

·通过培养独创思维，灵活改变旧有实践。

·对于阻碍开创性思考的过时原则进行反思并终止。

综合观念，即构建创新性和普遍性的想法是什么意思？综合观念要求接收事实，对意义进行筛选过滤，并通过利用自己特有思维中所储藏的丰富知识经验，将这些信息转换成抽象概念。

综合推理是一种转变性思维。当你能敏锐辨别出运用综合推理思维习惯同机械的思维模式之间的区别时，就能在极短的时间内发现并感受到大脑的进步。综合推理是大脑保持长久适应力的根本性原理，确保认知不会发生退化。每天坚持锻炼自己的综合思维能力是极为必要的。阅读下面的图表，看看处理一些重要任务时，综合推理和机械思维之间的区别。

表5-1　综合推理和机械思维之间的区别

活动	综合推理	机械思维
计划会议	设立创新性目标，写下想要达到的结果；让每个会议参与者都总结自己的收获；确定接下来需要进行的最佳措施	写出日程安排，例如发言者、讨论话题等
请求晋升	陈述自己对当前所做工作的愿景；总结自己曾克服过的主要困难；总结三条原则，作为自己的附加值	罗列自己的工作职责，描述自己是如何完成每项任务的，对分配给自己的下一个重大项目进行概述

不管任何年龄，综合推理都是提升流体智力的最有效方法。无须花费，不需要留出特定的时间进行练习，综合推理可以融入你的日常活动之中，作为提取和表达观念的一种思维方式。

综合推理能活跃思维，还能增强大脑生理健康水平。简单来说，当你坚持积极总结新意义时，就在提升自己的综合推理智能。也就是说，从所消化的大量信息中构建新意义，然后在自己已有丰富知识经验的基础上，通过调整、阐释和转换这些概念、观念、方式和方法，不断更新自己的观念。综合推理是一种动态的大脑认知习惯，在这种认知过程中，各种观念很少是静止不变的。当你进行以下活动时，就是在锻炼自己的综合推理能力：

·形成不同寻常的观念。

·发现新问题。

·产生并修改可行的解决方案。

·拒绝或接受可能的发展方向。

综合推理需要从若干可靠的信息源中汇总信息，综合主要观点，浓缩核心意义。注意我说的是“若干”，因为人们常常浏览太多的信息，但

基本上都是浅尝辄止。处理少量有意义的信息来源，进行深入思考，比蜻蜓点水式浏览大量信息，能更有效地增强额叶能力。

将经过转换的信息传达给他人时，不要从细节开始——即从上而下的方式。如果你让听者像自己一样经历筛选大量信息的烦琐过程，他们会很快失去兴趣。相反，从较大的观念开始；对于你以及你的交流对象来说，这种方法都更能吸引人的注意力。

转换性思维不是凭空出现的。新观念植根于旧观念之上，创新性才能出现。

作为一名观念开创者（Chief Entrepreneur Officer，CEO），你想要以身作则，向其他人显示大观念、新解决办法和新机会是如何被创造、产生和在各种交流水平上进行普遍整合的。有多少次参加完一个会议后，你感觉完全是在浪费时间？或者结束一个电话会议后，被其中毫无方向、低层次的混乱观点交锋搞得筋疲力尽，却没有获得任何有意义的启发或举措？或兴致满满地去参加一次讲座或社区服务会议，却由于没有获得清晰的信息而败兴而归？

反思自己开创观念的状态：

·检查自己电子邮件中的发件箱（或短信），确定10条你想要发送出去并收到有意义回复的信息。在这些信息中，公式化和可预见的比例有多少，显示出高级综合推理能力的信息比例又有多少？这些信息能一眼就看出就是你写的吗，还是可能是任何人？它们是否将之前以新概念讨论的观点综合到一起？它们是敷衍了事，还是富有启发性？现在重新写一条你希望自己发送的信息。从现在开始，当撰写重要信息时，花费时间仔细考虑，写出凝练而富含意义的信息。这是练习构建大观念的一种简单方法。

·回想自己最近参加的一次朋友聚会，你是否同某个人进行过有意义的谈话，还是所有的交流都仅仅停留在表面？现在，对一次即将到来的聚会进行认真准备，就某个话题进行详细讨论，尤其是如果你同另一方持有不同的看法更是如此。

·你是否每天都跟人分享自己读到或听到的新闻，并提出一些改变形势的具体方法？我总是听到人们是多不同意这种观点或那种观点。但很少有人能为自己的立场提供理据，这是因为他们没有花时间对观点进行深入思考和理解。

■综合推理：一个对比

对比下面两个分别关于马克和韦斯利的故事，以更好地理解为什么综合推理是提高大脑认知优势所必需的重要基础。

案例一：马克，富有进取心，综合推理能力强大

马克在63岁时开始了一项新事业，在这个年纪他的很多朋友要么已经退休，要么正准备退休。他开始一项新工作的大胆举动，将他在以前工作中积累起来的知识和经验聚集起来，同时还要求他做出一些重大调整，进行在岗培训。开始新工作一年之后，他决定进行一次认知检查，即大脑健康检查，这么做不是因为他感到担心，而是因为他想知道核心认知领域（例如策略性注意力、综合推理和创新能力）的基准检查能告知自己关于大脑功能的什么事情。而且，他一直为自己主动获取知识，想方设法挑战及改进大脑高效能的做法而自豪。

评估结果显示，马克在综合推理能力方面表现优异：

·能综合复杂信息，形成新颖观点。吸收并处理新的、不熟悉的内容，构建以前未经明确表述的原创观点。

·表现出从复杂信息中提取丰富含义和应用的卓越能力。

·通过将自己丰富的经验知识同新技能联系起来，积极地构建新想法和意义。

·不会将自己的思维局限于明确呈现出来的具体数据、语言和观点之中，也不会被需要吸收的大量陌生信息阻碍或压倒。

马克极高的综合推理能力很有可能是他快速升任一个非常重要的全国性领导职位，并能在自己的新事业中接受巨大挑战的原因。工作变动后不到一年，他充满了活力，不断为团队贡献出新的观点和思考方法。他能灵活运用各种策略，将自己丰富的知识经验储备同新的工作职责结合起来。他将利用额叶处理功能的习惯付诸实践，坚持对海量信息进行综合，形成处理重大决定和任务的更广泛新方法。马克积极增加自己智能账户的储蓄。

他的智力能力为其所在的全球500强公司做出了重大贡献，支持了大脑经济学可能存在的积极一面，即大脑进步所产生的经济效益。马克的大脑能力得到了增强，而他所在公司的经济效益也获得提升。

案例二：韦斯利，富有进取心，但综合推理能力较弱

我见到韦斯利时，他是一名52岁的经理，以前曾做过股票经纪人。在大脑健康检查中，他在综合推理方面的表现低于平均水平。他吸收信息的主要方法是压缩和重新组织内容，用自己的话将其中的观点复述出来，重复关键点。除了已有叙述的，他不会将信息转变成创新或一般性的观点。虽然韦斯利非常善于缩减所给的信息，但他几乎不会改变视角，或创建更广阔的视角。

由于公司结构重组，韦斯利失去了工作，他挣扎着试图发现一种途

径，能利用自己已有的技能找到一份新工作。虽然他非常聪明、勤奋努力、富有进取心，却无法创造某些方法，对自己丰富的知识经验进行重构，以适应一个不断变化，提出各种要求的环境。

成为一个强大的信息综合者，而不是一直当一个亦步亦趋的学徒。

表面看来，人们可能会迅速得出结论，马克比韦斯利聪明。但我认为情形并非如此，实际上，他们两人的智商都高于平均水平。但马克灵活地利用自己的大脑，让它变得更聪明，这让他获益良多，并会继续产生效益。而韦斯利呢，则需要提高自己的综合推理能力；这需要综合性的努力，增加挑战以及经常练习。马克在自己的每个年龄阶段都坚持培养这种重要的大脑功能，韦斯利则未能充分激活并有效利用自己的这种智能。

大脑的天生构造就是为了成为一个综合者，但要让这种能力保持状态良好则需要付出努力。我们的大脑极为善于总结大量信息输入，将观点转变成普遍、凝练的新意义、新方向、新应用模式。但一个令人担忧的趋势是，虽然我们的大脑非常善于从连续不断的大量信息输入中提取意义，但其综合能力却在快速退化。

提升综合推理能力可以增加智能。探索自己构建新知识，揭示新发现，绘制新路径，甚至发明新方法思考老问题的能力。

问题在于，人们用来培养、加强和保持综合推理这种大脑白金财富的时间越来越少了。提升综合推理能力可以增加智能。我们往自己的大脑里填入了大量的资料和干扰信息，这会削弱大脑进行综合的能力。我们通过各种感觉输入——视觉、听觉、嗅觉、触觉和动觉——接收信息，对大脑形成围攻之势。当我们从各种信息平台——从聊天到计算机，再到电话、电视、报纸、杂志和书籍——接收、处理和评估大量信

息时，就是在不停地处理成千上万的刺激和观点，而这其中需要我们付出有意识关注的其实寥寥无几。

如果缺乏练习，不论你有多聪明，综合推理能力都不能获得发展，甚至其存在都会成为疑问。

■促进大脑可塑性：利用复杂思维能力

对于这两个问题，突破性的大脑研究发现提供了强有力的证据。

·什么能促进大脑健康。

·什么会阻碍大脑健康。

答案在很大程度上是如何利用大脑的问题。贯穿本书的一个共同主题是大脑健康的命运掌握在你自己手中。现在考虑这个问题：你如何利用或未能利用综合推理的额叶能力将决定你是否能达到或保持较高的大脑健康水平，抑或相反，是否退化到更低水平，不论你的年龄是多少都如此。

下面的发现或许能提供一些动力，促使你下定决心从今天开始进行大脑健康锻炼计划，不要让自己的大脑潜力再荒废一天。在一项关于复杂思维活动对大脑和认知可塑性影响的随机研究中，我的研究团队发现，进行综合推理很短的一段时间大脑就发生了非常大的变化：[1]

·大脑血流量增加了12%。只这一个发现就应该促使你开始对自己的大脑进行投入，每天进行复杂思维训练。从20岁开始，健康大脑的总血流量会逐渐减少。复杂思维活动能增加大脑血流量的证据说明，你不仅可以增加自己大脑的总血流量，培养一个更健康的大脑，还能阻止其退化。进行复杂思考时，大脑的神经元需要葡萄糖和氧气，从而增加血流

量。根本问题：复杂思维活动开始得越早，坚持得越长久，大脑健康就越有可能得到改善。

·增强核心脑区的交流——尤其是与记忆力和学习关联的位于颞叶区的左海马区，同与高级推理和解决问题相关的额叶左下区之间的交流。

·大脑发生了结构性变化，将海马旁回区域同额叶区域连接到一起。

·额叶的认知功能发生了显著变化，既包括受过训练的功能，许多并未经过特别训练的功能也发生了变化。

这些结果极具说明性。经过6～12个星期的复杂思维训练，研究参与者表现出：①认知进步；②大脑血流量增加；③大脑效率改善；④白质连接发生结构性变化。这些科学证据清楚地表明，你能够对自己的大脑进行重新构造，而这取决于你如何使用它。不要对这一责任掉以轻心。现在就把提升额叶能力作为自己的任务。

如果你把自己的大脑当作一个巨大的储藏箱来使用的话，那么大脑就会处于一种白日梦游的状态。接受自己的大脑挑战，坚持进行复杂思维活动。

■大脑经济学运动

我的目标是激励读者加入大脑经济学运动中，进行复杂的思维活动。为什么？复杂的思维活动可以：

·减少认知下降和认知损失。

·逆转大脑的衰退性改变。

·建立认知储备。

·在分子层面和细胞层面，让神经元变得更健康。

·培养一个更聪明，寿命更长的大脑。

随着一代代人渐次衰老，综合推理能力变弱产生的影响将会使相关费用负担急剧增长，从而对大脑经济产生消极影响。变弱的综合推理能力会慢慢剥夺个人和社会的智力资本。

任由自己的综合推理能力退化萎缩会导致你无力承担的后果。

■如何提升综合推理能力

重新集中自己的大脑，磨炼综合推理能力。开始越早，对大脑的长期健康就越有益。你可以充分利用大脑的灵活构造，创造新的观念，处理棘手、从未经历过的问题。熟能生巧，因此你要付出大量努力，培养大脑的软件构造，从已知领域灵活地转移到未知领域中，提取其中的核心信息。一个表现高效的大脑能够快速组合表面看起来不相关的信息，产生普遍性的原则，同时还能迅速知道哪些信息是需要忽略的。

大脑科学和前额皮质指导你对每天的事务进行检查，并发现问题——不仅仅是解决问题。综合推理需要利用前额皮质，将现有经验同新发生的事情结合起来，在问题还未发生之前就寻找并发现它们。大脑的很大一部分功能是让你能进行前瞻性的思考——不仅仅是反应式的思考。

不论现在的年龄是多少，你都可以成为一个信息综合者，产生新想法，解决问题—激活自己的大脑！

想象你同上司谈话，在董事会上进行头脑风暴，或向医生寻求治疗建议，或向金融顾问打探明智的投资举措。如果你对自己听到的信息原

样全盘吸收，不加任何再处理，以分辨它们是否符合自己的个人知识、偏好或经验，结果会怎么样？你的大脑就会一个毫无感觉的古比鱼一样，对于信息全盘接收，不加任何思考，或将新知识放到自己特殊的观点视角之中。不出人意料的是，以这种毫无组织、机械的方法保存信息的概率将会非常之低——更不用说这还是对大脑投资的一种极大浪费！

更好的大脑习惯是在面对信息时，练习将观点综合成一到两个抽象陈述。问探索性的问题，不断推进更深层的思考和行动。例如，参加与同事、上司或志愿者组织进行的会议前，问问自己：我希望接受什么挑战，或我需要他们帮助解决什么重要问题？我想让他们考虑什么？从这些讨论中想要获得什么结果？会议结束后，记下获得一致的观点，问问自己：从会议中得到了哪些的收获？自己在会议之前的想法同会议后的想法相比有哪些不同？怎么利用新信息对目标进行重新定向？用三到五句话对会议概要进行总结，然后发送给会议参与者，让他们知道你确实有在倾听，而且他们付出的时间、贡献的观点确实产生了作用。通过这么做，你暂时停下一会儿，策略性地调动自己的额叶，进行连续性思考。不断推进自己的综合推理智能，将会促进你的大脑健康和大脑效率，并帮助你更聪明地思考，而不是相反。

提升智能：面对各种类型的信息时（杂志文章、电影、书籍、电视节目、讲座、布道、歌曲、政治演讲、物理学报告、漫画、笑话、邮件，等等），扩展和挑战自己的思维，创建层次更深、富有思想的观点。

扩展性大脑练习能帮你：

·对于未知领域提出探索性的问题。

·提出新的可能性，推进观念和项目的发展。

·决定适合自己人生变化的新路径。

一个客户告诉我他开始锻炼自己的综合推理技能，是因为在同我的一次谈话中收获了新的启发：“你提出的关于更深层思考的重要性——在听到、读到、看到的信息中发现闪光点——非常深刻。我以前总是想了解细节，保持信息的准确性。但现在我意识到那种做法会让自己的思考处于一种相当浅显的水平上。对健康、充满活力的额叶来说一点好处都没有！谢谢你的话，帮我打开了视野和思维。”

■综合推理训练

综合推理的思维习惯应该成为大脑吸收和重新利用信息的总体指导原则。越经常练习这种习惯，就能建立越多的智力资本。

练习综合推理的最佳方法是：

·吸收新意义，然后迅速从信息传达的表面意义上转移开。

·将各种各样的观点同以前的经验灵活地结合起来。

·想出很少有人能想到的创新解释。

·将新概念同旧概念结合起来，以利用自己最高层次的综合推理能力。

完成下面的综合推理练习，改进自己的流体智力，增加智力资本。

练习任务1

阅读下面这句T.布恩·皮肯斯的话：如果你想同大狗一同奔跑，就要从走廊中走出来。

·对这句话可能表达的意义，提供三种解释。

·将你生活中发生的一到两件事同这个原则联系起来。

当你开始思考如何概括自己的想法，并将其表达成更高层次的概念时，你表达的信息就将会包含更多的意义。能将复杂的观念转换成简单的例子代表着智能思考的最高水平之一。

练习任务2

回忆去年最喜欢的一部电影或一本书：

·总结从电影或书籍中获得的5~8个不同的启发。

·生活继续前行，你认为其中哪一个启发会对你的生活产生最大影响，为什么？

不要仅仅简单地复述电影或书籍的情节，而要练习自己的综合推理能力。与同看过这本书或电影的人进行大脑风暴，相互分享观点。这样能培养更深刻的思考。家中的图书室堆满了书籍，但我们常常想不起来自己是否读过某一本书，这是因为我们阅读得太浅。如果阅读仅仅是一种孤立的活动，而没有包含更深层的思考加工，就不能培养大脑的智能。

上面的活动可以挑战你的思维，提升智能。练习构建高层次、一般性和抽象的意义，能让你超越具体的细节，获得更宏观的看法。不断推进自己的思维，坚持对意义进行总结，需要付出很多努力，但这种努力会让你得到收获，提高大脑的健康水平，增强额叶功能的力量。这种思维扩展习惯进行得越多，随着时间的推移就会慢慢变得越容易。

培养智能，需要锻炼综合推理能力，增加智力资本。

综合推理能让你分辨关键信息，激励不同的群体和观众，将复杂的信息材料缩减成容易记忆的要点精髓，将当前和未来具有广泛影响的问题联系起来，了解深刻的宏观观点，设计新的发展方向。

下面三种认知策略能帮你提高自己的综合推理能力，从而改善额叶功能和大脑效率。

·缩小

·扩大

·深入，拓宽

■缩小的智能

认为自己要么是宏观大局思考者，要么是以细节为导向的人，这是一种错误看法。如果不了解支持性的事实，你就无法成为一个大局思考者，也可能是一个空无一物的人。缩小的智能要求关注眼前的事实、内容和情境。搜集事实，并利用这些事实形成创新方法，对于提升综合推理和更深刻的思考至关重要。但知道什么时候该搜集更多信息，什么时候该停止搜寻，而是去开发某种观点，这是一种非常微妙的平衡。关键是在海量的原始细节和形成高层次之间来回切换。理解所有的事实还不够；将它们融入一个更大的模式之中才是最重要的。

整体大于部分之和。

■扩大的智能

人们常常犯的一个错误就是一叶障目，不见森林。我们去听政治演讲或毕业演讲，或许能记得里面的一两句笑话或尴尬时刻，却常常无法充分理解其所传达的有意义的信息或普遍性的信息。搜集综合性信息需

要用到扩大的智能，看到更广泛的视角，理解宏观概念。利用扩大的智能非常重要，要上升至一个全局性视角，自上而下评估琐碎信息和分散观点，将它们融合成重大的主题、核心的概念和广泛的原则。将事实和观点协调组合成大观念和大视角，对于培养创造性思维和解决问题的能力是非常必要的。扩大的智能能帮你避免孤立或静止的思维独奏。

■深入和拓宽的智能

深入和拓宽的智能就是将所学到重要原则和普遍性教益融合到一起，形成更广泛的应用。这是一种在最佳状态下进行转化的认知策略。深入和拓宽的认知智能需要最深刻的思考，将一个领域的创新发展应用到其他领域和问题中。

深入和拓宽代表着：

·综合性的主题，以有效指导会议和集会。

·普遍性的应用，以指导新培训人员、同事和家人。

·邮件、讲话和项目中充满智力活力的写作。

从多种来源中吸收信息，并应用到各式各样、新颖、复杂议题上的灵活能力，需要用到深入和拓宽的综合推理策略。对于解决具有模糊性或几乎每天都会不期而至的新问题至关重要。如果你能立即找到一个问题的答案，那么这种情境就不能被定为问题。通过练习不断调整综合推理能力，能为个体提供强大的认知工具，针对不断涌现的问题，发现并开发更加完善的解决办法，包括分析在以前看来甚至不可用的信息。

练习任务3

总结下面史蒂夫·乔布斯所说的一段话，利用深入和拓宽的智能，锻

炼自己的综合推理能力。

我们行业中的许多人经验不够多元，无法将各种不同的元素联系起来，对于问题的解决没有一个广泛的视角，得到的解决办法过于狭隘局限。对于人类经验的理解越宽泛，我们做出的设计就会越好。

随着深入和拓展智能水平的提高，相关的认知精敏程度会变得极其复杂，同时需要极力提高大脑的思维水平。大多数人会轻易放弃，只从具体的阅读和会议中得到普遍性的观念——而不是对这些新概念进行创造性的改造，形成新的思考和行为方法。大脑表现水平高的人了解自己擅长的知识领域，并会高效地调动这些知识，在不同的领域之间推动创新。把这种过程想象成一个数学公式：

A＋B＝Ǿ

A＝接收的信息，B＝知识/经验，

Ǿ＝转变成新的、方法或产品的含义

练习任务4

根据以前的会议，计划即将进行的一次重要会议，需要在三种变焦智能之间进行灵活切换——缩小视角，关注眼前议题；扩大至最宽泛的视角，看到广泛的解决办法和潜在方向；深入和拓宽，对老问题形成新框架，对经过验证的实践找出新应用。

·提前写作并分发需要讨论的目标议题，或以前会议解决的问题。

·在会议开始前，思考会议结束后能取得哪些进展。

·在会议开始前，确定参加者需要思考的议题或需要阅读的文章。让

会议参加者思考抽象的观念——而不是发表互不相关的看法。他们准备得越充分，大脑就能越积极地参与到讨论中。

·自下而上地引导会议。让会议参与者承担主动的思考角色，同由领导者一直控制整个会议相比，这种做法有助于挑战和磨炼他们的额叶技能。

·为了高层次目标，发现并挑战新视角（扩大）和基本原理（缩小），而不是仅仅下载信息。

·开发创新方法，解决最重要的关键问题，将已验证实践应用于新情境之中。

在职场中，会议是最大的脑力消耗之一。如果会议一无所获或所得甚少，想想参加会议的人数、他们的薪酬以及会议的成本，这一切将会导致多大的损失。练习综合推理技能，有助于策划出高效会议，扩展会议参加者的思维，培养其大脑功能，增加个人和企业的智力资本。

练习任务5

阅读下面的文章《大火球》，完成接下来的练习。我想让你看一看以两种不同的目标阅读，感觉会有多不同。带着在阅读后测试你能记住多少事实的想法进行阅读。

为了获取细节而阅读会让你处于一种专注碎片信息的思维方式中，而不去思考各种信息是如何同文章以外的内容相联系的。

第二遍，阅读时思考文章中的哪些教益依旧适用于今天。一个人拥有的知识越多，第二遍阅读就会变得越容易。不论年龄多大，当你让大脑对建构新含义保持开放，相较于仅仅把大脑当作机械的吸收体或海量

内容的记录器，学习效率会更高。

大火球

阿布勒·法兹勒

（摘自《拉帕姆季刊》）

浅薄的观赏者将马球仅仅当作一种娱乐，认为它只是一项游戏，但思维水平更高的人会把它当作学习敏捷和决策的方法。它能测试一个人的价值，增进友谊的纽带。强壮的人在玩这项游戏的过程中学习骑术，马则学着如何变得更敏捷，听从缰绳的指挥。因此阿克巴大帝陛下非常喜欢这种游戏。表面来看，这项游戏增加了皇帝的荣光，但从一个更高的视角来看，它其实揭示了隐藏的才华。

当陛下来到田野里玩这种游戏时，他会选择一个对手和一些积极主动且聪明的选手，这些选手脑子里只有一个想法，那就是向陛下的对手展示自己的技巧。出于仁慈，陛下从不命令某个人做选手，而是从死刑犯中选择队列。每队选手不超过10个，但更多的人会做好上场准备。每过24分钟，两名选手下场休息，另有两人替换他们上场。

陛下展示了多种不同的击球方式，在这项技巧上无人能敌；他常常在球还在空中的时候就将其击中，让所有人都大吃一惊。当球击中目标时，人们会击鼓鸣乐，远处近处的人都能听到。为了增加人们的兴奋劲儿，赌注是被允许的。选手相互赢得赌注，将球击中目标的人赢得最多。

陛下在漆黑的夜晚也会玩马球，让很多人都很震惊，甚至聪明的选手也是。晚上用的球会点上火。点火时会用到紫柳木，这种木头重量很轻，能烧很长时间。为了给这种游戏增添光彩，世俗之事常常是必要的，陛下会在马球杆顶部安上金质或银质把手。如果有球杆折断，任何

拿到碎片的选手都可以保留它们。

阿布勒·法兹勒，来自阿克巴研究院。阿布勒·法兹勒是一名历史学家和阿克巴大帝的大臣，对伊斯兰教的神学实践进行了改革，并在1599年成为南印度的一名军事将领。阿克巴大帝的儿子起来反叛后，阿布勒·法兹勒被召回宫廷，在途中遭到拦截和刺杀。除了历史著作，据说他还曾将《圣经》翻译为波斯文。

现在你已经读了两遍《大火球》，回答下面的问题：

·从《大火球》能解读出哪10个重要主题？

·从中可以获得那些普遍性信息？

·将这些意义应用于目前生活的三种不同情境中。

有人或许会想，“这好像又回到了学校。我才不想那么费力地思考。”但你需要记住，如果你想让自己大脑的健康寿命同身体的寿命更一致，那么这些大脑习惯能够也将会产生作用。

《大火球》表达一些主题可能包括：

·同理心。

·公平。

·鼓励。

·动机。

·卓越。

·包容。

·激情。

一些具有普遍性的信息可能是：

·以自由为核心的团队建设。

·游戏是黑暗时期产生快乐的一种方式。

·承认身体和精神局限。

·竞争可以扩展才华。

·一个人必须以身作则。

·准备和运气能提供机会。

当你挑战自己的大脑，从接收到的信息中将个别意义综合起来时，就能培养更强大的额叶网络——对于让大脑更长时间地保持健康，在每个年龄阶段都建立大脑储备，这种网络非常重要。

经常进行挑战性、复杂的思考，就可以重新构造自己的额叶连接。

目标是完善核心思维过程：策略性注意力、综合推理以及创新能力（见下一章），让大脑有一个可持续的未来，保证你每天都能做出重要的决定。越经常运用缩小、扩大、深入和拓宽的智能促进大脑吸收意义，大脑的运行就会越高效。

提升智能：协调努力，将自己每天成百上千个想法提升至尽可能高的水平。

缩小的智能并不是一种微不足道的能力；而被认为是一种关键的认知技能，并不能轻易掌握。对世界范围内740个商学院进行的最近一项

调查显示，这些被调查院校认为即将入学的商学院学生要能够吸收、解释和转换信息，评估结果，以及倾听——21世纪学生和未来商界领导者应具备的关键技能。[2]在这一数据的启发下，美国研究生入学管理委员会（GMAC）对研究生入学考试（GMAT）进行了重新编排，增加了一个新的部分，该部分的名称为“综合推理”。

领导GMAT考试发展的管理委员会GMAC声称，“研究生入学考试新增加的综合推理部分将成为今日商学院课程的一个缩影。”委员会主席和总裁戴夫·威尔森则说，“关于未来学生通过评估、吸收和推断信息做出合理决策的能力，这些问题将为学校提供重要情报。”

■同策略性领导力相关的综合推理

综合推理是我们最复杂、最有力的一种思维能力，而这种能力可以得到提升。就这一点而言，这种能力同决断性、策略性的领导力联系了起来。

威廉·达根（William Duggan）在其著作《策略直觉：创造性灵光》（Strategic Intuition: The Creative Spark in Human Achievement）中，分享了他对三种类型直觉的定义，即普通直觉、专业直觉和策略性直觉。[3]每种直觉分别定义如下：

·普通直觉是一种内心本能。

·专业直觉是一种速度非常快、根据经验做出的突然判断。

·策略性直觉是一种缓慢、深思熟虑的解决问题方式。

我从中看到了策略直觉和综合推理之间的重合之处。具体来说如下：

·扩大的智能是一种快速抽象的观念。同内心本能相似，是对要点和方向的一种模糊看法。

·缩小的智能对应于知识的力量，一个人可以根据大量事实和专业知识做出非常快速而突然的判断或决策。

·深入和拓宽的智能是一个并不迅速，但深思熟虑的处理过程。它是一种付出努力、综合性的过程，对所有可能性进行反省式思考。策略性领导者会使用这种认知处理方法，产生新观点，推动思考进程，重新思考过去的错误指示。这是下一章要讨论的开拓和创新思维的基础。

综合推理和策略性宏观思维得到磨炼提升之后，其益处将会惠及许多额叶功能和其他一些大脑功能。利用这种宏观视角的能力，对于创造思维、问题解决能力以及刺激生产力具有根本性的作用。

综合推理的大脑价值

·成为信息的主导者。

·创造新鲜和宏大的观点，而不是粗制滥造、机械的事实。

·将新信息同丰富的经验知识结合起来，产生特殊的深刻洞见。

还记得琳达吗？世界500强公司的一名高管，对完善自己的认知表现很感兴趣。对她来说，学习并将各种变焦智能应用于自己的日常生活中，包括个人生活和职业生活，让她的生产力得到了极大提高。“缩小、扩大、深入、拓宽等思维方式，提高了我的大脑潜力。我以前从没培养过深入和拓宽的思维能力，但现在我发现运用这种思维能让工作做得更好，尤其是处理一些最有挑战性的任务，例如策略发展。我现在准备的陈述同去年相比包含更多的想法，也更具前瞻性。”

变焦智能鼓励深思熟虑、反思性的思考，而不仅仅是突然判断，或利用内心本能做出反应。在日常生活中利用这种策略方式理解信息，需要从眼前事物灵活转换到一个宏观视角，超越具体的表面信息，在从未经历过的环境建构创新和深刻的意义。综合推理是一种非常珍贵的认知财富，这种能力能通过努力得到提升，从而提高表现能力，增加智力资本。

练习变焦的智能，坚持增强综合推理能力，让大脑能够更聪明、更长久地思考。

综合推理能让你辨别细节，并将其集合成浓缩、宏观的意义；从而有效限制了人们需要操控、理解、编译以及回想的信息数量。我的研究表明，个体吸收和综合信息的能力得到改善时，这能对他们的大脑健康产生直接而有益的影响。[4~5]保持额叶的综合推理功能处于良好状态还有另外一个好处：如果在老年阶段锻炼和维持综合推理能力，能极大改善和惠及其他未经训练的认知功能，提高对细节的记忆能力，加快认知处理速度。（见表5-2）

表5-2　综合推理加强训练的益处

思维生产力↑	↓大脑疲劳
大脑活力↑	↓大脑厌倦
观点创新↑	↓机械重复

摆脱机械重复的观念处理过程，产生新颖、富有创造力的想法。单单综合推理一种能力不能让认知能力达至最大化，但它对于创新思维、问题解决和充满活力的生产力具有根本性的作用。在下一章我们会了解关于创新和思维灵活性的更多内容，以培养更多的认知能力。

了解大脑

1.利用灵活的变焦智能。

·缩小：

获取事实。

·放大：

将新输入信息同已有知识结合起来，将实际的事实转换成更宏大的观点，多样的视角以及宏观的主题。

·深入和拓宽：

利用大胆、深刻和更具策略性的思考，形成更广泛的创新应用。

2.通过更深层的思考重新构建大脑的额叶连接。

3.通过经常性——而非偶然地总结和建构有用的抽象意义，改变自己的习惯性思维和行为。

4.看看自己进行生搬硬套的交流，同进行富有吸引力的观点交流或计划某种独创性事情时的不同。

5.指导你的团队成员成为自我思考的CEO（即认知执行官），通过探索新概念，修正、转换、扩展甚至舍弃当前的思维模式，独立想出新方法，改变当前实践。

6.知识只有在不是静止的，而是通过将新可能性同丰富经验结合起来而不断得到更新时才是力量。

06　创新，激励思考

你想不想变得更聪明，更有创造力？

是什么限制了你的创新思维能力？

什么任务能激发创造力，什么任务只需要完成即可？

调动大脑最强创造力量的动力是什么？

你可以训练自己的大脑，让它变得富有创新性和想象力吗？

我们的社会通常认为人们年轻的时候创新能力最强，这是一个生命力旺盛、朝气勃发的生命阶段，创造能力得到鼓励和发展。然而，随着年龄的增长，创新思考常被人们忽视，人们陷入倦怠，无法得到充分发展。认为创造能力很难增强的看法是不正确的。那么，什么时候是创新和创造力的顶峰阶段？

复杂的额叶网络是大脑的创造力中心，也是我们生命的指挥中心。每个人都有开创新天地的潜力，在任何年龄都可以更有创造力。阻止我们这么做的第一个障碍是我们早早接受了一个标签，框定了我们的大脑，剥夺我们的自信。第二个障碍则是人们的普遍看法，对于什么时候可以成为创造性天才，限制了我们的年龄预期。

定义：创新是产生和探索新观念来解决问题的能力；是寻找、想出、利用改进方法，处理未知和不熟悉的环境；或创造某种原创、有价值的事物。

·创新是通过创新思考，改进和变更陈旧的做事方法。

·创新思考者练习思维灵活性——扩展自己的创造能力和想象力。

·聪明的思考者对实验保持开放，以重新思考实践，善于接纳不明确性。

·创新者不会被失败打败，而是不断问自己能从错误中学到什么。

■创新者

克林特·布鲁斯（Clint Bruce）是一个富有创新精神的人。他拥有自己的公司，创办了一个成功的非营利组织，还是一名前海豹突击队成员。同他开会、谈话或交流，你会感到自己的思维得到了扩展——他会促使你思考新观念和新方法，处理那些你甚至从没注意过或从未考虑过的情形。他是天生如此吗？还是海豹突击队的经历培养了他的创新思维，因为这种团队的生存依赖于快速了解现实并找出可能解决办法的能力。

想象力比知识更重要，知识是有限的，想象力则可以包含整个世界。

——爱因斯坦

第一次见到克林特时，他对我抱怨说自己的大脑太活跃了，无法让它慢下来。经过一番大脑健康训练，克林特获得了他需要应用的策略，以坚持解决新问题，探索新可能性。克林特的创新训练计划很简单，我的团队促使他增强了自己原本就非常卓越的创新能力。面对自己需要解决的每项任务，不论是同家人在一起，在办公室，或在全国各地调研，克林特总是会寻找、想出、利用更好的方法，处理未知和陌生的环境。他特别善于解决复杂棘手的问题。同他交流时，你能真切感受到他活跃的非凡创新思维。

你是一个创新者吗？

■创新能力可以提升

创新思维能力的命运很大程度上掌握在你自己手中。创新能力是无限的，唯一的敌人是你自己。我们经常认为自己最有想象力的年龄已成过去。有些人则认为创新能力有就是有，没有就是没有。还有一些人认为创新能力要在某个特定的年龄阶段培养，否则太迟就不起作用了。有的人仍然认为这是由基因决定的。

在任何年龄阶段你都可以激发大脑的创造力，点燃想象力的火苗。不论你的工作是什么，都可以培养和开发自己的创新能力；创造力可以被训练，重新获取，条件是你要练习，打开其所蕴藏的巨大的创造、创新能力。

■创造力与聪明

研究表明，聪明或一般智力水平较高的人跟高度具有创造力的人并不一定完全相同。[1~2]当然，你是想要变得更聪明还是更有创造力的问题，有点儿像一个深奥的学术练习。但我们常常在聪明和富有创造性之间划分明确的界限，似乎它们是两个单独的存在。这一区分的隐藏含义是，如果你很聪明，那么你可能有也可能没有创造性，反之亦然。

韦伯词典描述这两个词语时，使用的同义词非常不同：

“创造性”的同义词包括：

机灵……有灵感的……善于发明的……独创性的……多产的……幻想的……令人兴奋的。

“聪明”的同义词则包括：

熟练的……敏捷的……有才气的……博学的……机敏的……精明的……明智的。

意义上的区别传达了这样一种感觉：聪明是一种状态，创造则是一种行为。在我看来，这些词语可以作为同义词使用，在本书中我也会互换使用这些词。我们思考“创造性”时，常常是在艺术的语境之中，思考“创新”时则是在科学研究之中——这是一个重大的错误。创新和创造在每一个人生阶段和每一种行业中都非常重要。只要你坚持练习，做一个观念的开创者，就能体验到智能的增长。

我曾进行过一项调查，了解人们如何评价创造力，问题为“你想要变得更聪明，还是更有创造性？”现在你也来思考这个问题。你想成为哪一种？我问过许多不同年龄、性别和背景的人，答案五花八门。

一位年轻的经理人说，“如果这两种能力相互排斥，那么我还是宁愿聪明，拥有更好的生活，做出更好的经营决策。‘饥饿的艺术家’这个词肯定有一定的现实根据。”

一位30多岁的女性说，“创造力能让你变得更聪明，因为创造力可以产生新的想法、事实和观念。”

我还问了自己20多岁的儿子，他说，“要有一定水平的聪明，才能有创造性。在创造力和聪明水平之间必须有一种平衡。如果你很有创造力，却不是很聪明，就可能会没有方向。”

婴儿潮一代的一名女性这么回答，“知识或聪明很好，但能以一种创造性的方式应用或谈论自己知道的东西，才是可以激发、促进以及教育人的。所以我想变得更有创造力！”

一位40多岁的男性回答，“我想要变得更有创造力。我已经拥有很

高的智商，但有时思维过于固定。我希望自己能更轻松地跳出常规想法。”

实际上，创造力和聪明二者共同作用，让大脑充满活力。对于谁能保持聪明能力，即获取和积累新知识的能力，坚持创新思考的能力很可能是一个关键的说明因素。

在创造力等式中，知识是其中一个组成部分；如果不了解基本事实，思维就不能达到另一个水平。不过，创新思维应同分析思维和实践思维协同一致发挥作用，才能产生最佳效果。我们通常将信息作为事实接收，而不是考虑自己不知道什么。也很少考虑自己能怎么样增加或改变那种知识或实践。

“创造力不仅仅是以某种方式进行思考，而是对生活的一种态度。”

——罗伯特·斯滕伯格，美国著名心理学家和研究专家

■创新能力

但是，如果缺乏利用，挑战不足，或害怕失败，创新这种能力就会瘫痪。不要让你的创新能力由于未得到恰当的锻炼，而沉睡不醒或处于非常薄弱的程度。下面这些是创新最大的敌人。

·自动运行的大脑。

·躲避新挑战。

·认为自己最好、最有创造力的成就已成过去。

·排斥更新、适应。

·同与自己观点截然不同的人水火不容。

·在重大项目中逃避合作。

创新、创造以及想象需要练习，就像学会一门外语以后，也需要不断练习以保持精通。你很清楚，对于第二语言来说，使用得越少，语言能力就会变得越弱。如果在几年之内完全荒废，到时候几乎得从头开始学习，才能重新流利地使用这种语言。创新能力亦是如此。

创新思维能力应该每天练习。

如果你还没有开始扩展自己的创新能力，那么是时候开始启动这一巨大的大脑能力了。你是否经常：

·找出应对新环境的方法？

·迅速而娴熟地适应新挑战？

·改革消耗大脑的常规性会议？

·打破过去的习惯？

对自己处理日常生活任务时的创新能力进行反思，或询问一些比较了解你的人。我最近问儿子，他认为我是更聪明，还是更有创造力。他想得太简单，没意识到这是一个意义含混的问题，立即回答说，“毫无疑问，你的聪明程度高于创造力程度。”

这个回答让我感觉颇为受伤，他接着说，“我想你可能不喜欢我的回答。”我解释说，我在研究方面必须非常创新，不断修正和更新面对的各种研究项目——总是朝新方向前进。这立刻改变了他的想法，他说，他认为我在过去10年变得更有创造力了，因为我的大脑研究中心创造和重构了大脑研究的视野和阐释。我认为他的看法是正确的。年轻时，我对获取知识更感兴趣；但现在则是因为创造知识而充满活力。

创新能推动国家的经济增长和福利水平。

■创新思考者不断创造

艾伦·莱什纳（Alan Leshner）博士是美国科学促进协会主席，《科学》杂志执行出版人，他曾写过一篇题为《创新需要新思维》的评论文章。[3]他敦促赞助者支持创造性研究，而不是通常那种已经知道答案的研究，来鼓励科学家创新。我想进一步说明，我们要训练人们在每个生命阶段都激发自己最高水平的创新思考。这种大脑能力具有举足轻重的作用，是提高智力资本的一种关键投资。

你可能会在心里想，“唉，我现在年龄太大了，开始提高自己的创新能力已经晚了。”或“我刚刚退休了，为什么现在还要开始？”提高创新思维能力的最大障碍，就是自我限制的大脑习惯。我们经常希望每一天和所有的项目都能清晰规划出来，以一种近乎剪切、粘贴的常规程式进行，越少偏离越好。当被要求对某个项目、行动或错误进行重新思考时，我们常变得沮丧，而不是感到激励。我的目标就是激励你打破这些损耗大脑的习惯。

很多人将大脑衰老看作一种无情的退化。这一看法也得到了大脑影像研究的支持，人们在内侧前额叶皮质和大脑深处结构中发现了与年龄相关的退化证据。同这些大脑损失相一致的是，在创新思考及思维灵活性方面也记录有认知退化。[4]这听起来是不是像一个无法纠正的过程？

大脑创新能力的螺旋下降能被改变，但这需要付出努力。

■额叶连接支持创新思考者

日本的一个神经科学研究小组最早发现，创新思考水平更高的人在额叶和胼胝体——大脑深处连接两个脑半球的部分——之间的结构性连

接更多。这项研究支持了我的观点，即额叶同创造力的主导维度——尤其是认知灵活性——呈正相关。

大脑效能研究让这一观念变得越来越清晰：对初学者来说，学习的内容越多，大脑激活就会越多。而当大脑掌握了某一知识时，其工作效率就会变得更高。也就是说，那些对知识掌握程度较高的人——或许是由于更多的练习，能更高效地处理任务，大脑激活更少。

效率更高的大脑不必非常辛苦地工作。

大脑可塑性研究给人们提供了很高的希望，健康大脑通过锻炼创新思考，大脑能力退化能得到积极的改变。研究发现表明，学习或创造新事物的过程同大脑结构变化相关。[5]停下来，想想这一点：学习或创造新事物同大脑结构改变相关！

你的大脑可以改变，取决于你如何利用大脑以及每天怎么激活它——无论年龄多大都如此。对于改变自己的大脑，你能发挥如此重要的作用，这真是令人感到震惊！

打开自己思维，想出新的事情处理方法。

所有核心智能——策略性注意力、综合推理以及创新——都需要付出艰苦的努力。我们错误地认为，自己在某一认知领域要么有天赋，要么没有。但全心接受这一挑战，打开自己的思维，你可以变得更有创新性。通过练习，你可以变得更有创意，更有发明精神。你只需认识并充分接受这点：你能够提升自己的创造力。

在生命各个阶段充分调动大脑智能，其成功很大程度上取决于关心并增强巨大的创新能力。每个人都能努力培养创新的大脑，寻求方法、发现最多可能性的大脑。你需要利用并构造自己的大脑，从已知领域转

向未知领域——同时对快速变化的机会和风险有先见之明。

■转换性思维

培训一些经理人和高管人员时，我发现只需6个小时的集中大脑训练，他们的创新思维就能有显著进步。92%的受训人员在产生新想法方面表现出了改进。在培训之前，他们产生新观点的灵活性非常有限、固定且无意识。你或许会想，“他们当然会有进步了，你对他们进行了培训！”然而，培训内容并不是锻炼这项关键能力。培训向高管人员提供的是创新所需的策略。最基本的一点：每个人都拥有比目前水平更大的创造潜力。

成为一个观念开创者。

关于创新思维的重要性，没有什么地方比大脑研究领域更明显的了。如果认知神经科学没有一直挑战并寻找另外的解释，研究为什么有的人直至晚年仍表现出惊人的大脑智能，而有的人的智能似乎在早期成年时期即已停止发展，我们仍会认为随着年龄增长，衰退是大脑的唯一道路。如果不是科学家一直竭力推动研究，对这个最令人惊叹的人类器官有了更多发现，我们不会知道大脑在一生之中能够持续生长、变化和修复连接。

创新大脑培养：大脑网络在应对新挑战时会增强，一直保持思维现状就会萎缩。

我承认，对于如何大量关于大脑的研究发现应用于实际生活之中，我们并不十分清楚。但我们确实知道如何培养能在衰老过程中对大脑产生有益作用的更好习惯。记住，你拥有1 000亿个神经元和几万亿个深层大脑连接，它们都在等着你去开发利用，来增强自己的智能。

■利用神经可塑性

增强创新能力的道路很少是条直线。创新能力和创造能力在一生之中都有可能增强或受阻；这是一个持续一生的过程，不是一个单独的阶段或一蹴而就的目标。

创新同以下因素关联甚少：

·工作多少小时。

·吸收多少信息。

·上多少课程。

·设计和完成多少重要任务。

·学得多快。

因此，怎么才能知道自己是否有创新能力？这是灵活采纳大脑习惯，激活内在创造力的问题。

培养创造力需要对大脑习惯每天都坚持锻炼，而不仅仅是偶尔为之。每天激发创新，当你：

·试图拓宽和改进自己的视角，用一种不同的方式看待生活，通过阅读不同类型的书籍，让自己接触不同类型的人，改变常规的工作报告，等等。

·拆散信息的旧有联系，酝酿新想法。

·进行自由发散、天马行空的思考。

·有意识并专心致志地将观点转换成深思熟虑的改变。

·迅速从错误中反思并学习。

但这并不是说你每时每刻都要创新，而要选择重要的事情或复杂的问题来应用这些能力。

彻底改变你的智能，成为一个制造变化的人——现在就开始！

工作、热情和目标感是健康大脑功能和创新能力的最好营养元素。我之前说过，我们的大脑潜力巨大。虽然每天都累得筋疲力尽，但第二天醒来，我们又会重新变得精力充沛，准备迎接下一挑战。虽然根据每天如何利用，你可以对自己的大脑进行培养，但必须以一种最有调动性的方式对它进行构造，以保持振奋和创造力。

还记得琳达——那位全球500强公司的高管吗？琳达天生是一个极有才华的创新思考者。在非常年轻的时候，她就迅速打破了职业上的玻璃天花板。同她一起工作的所有人，都对她充满洞察力以及富有创造力的思维方式有目共睹。然而，在持续向上攀升多年之后，她认为自己到达了一个平台期。“我感觉停滞不前”，她告诉我。在她的例子中，她的主要障碍不是其自身无法进行创新思考，而在于她所处的环境。她的工作看重并奖励的是知识和持续的工作产出。因此琳达的工作环境实际上在扼杀她的创造力。

提升智能：退后一步，看看所处的环境如何抑制并束缚了自己的想象力。不要抱怨——想象、创造、开发可能的解决办法。

创新观念是从各种零散信息中创造出来的。优秀、富有创造性以及新颖的观点，是知识、经验和新信息以不同的方式融合，从而产生的一个综合结果。

厌倦的大脑即处于衰退中的大脑。

拓展自己非凡的创新能力，通过锻炼：

·关于无限的智能。

·关于矛盾的智能。

·关于未知的智能。

■关于无限的智能

创新观念是将各种表面看起来随机的信息，以一种非常新颖的方式组合起来，组成整体的部分甚至看起来跟原来完全不同。将信息以新的方式连接起来，进行创新，这种可能性是无限的。练习无限的智能策略，挑战自己的创新能力。并不存在一个确定的答案或唯一的做事方式。

练习任务

1.创造新颖而富有创意的邮件主题。

2.如果你需要进行许多展示陈述或对会议进行引导，变化其中的信息，让每次都是新鲜的。索然无味的讲话会让演讲者或领导者感到厌倦，观众也会感到内容毫无激情。

3.在目前不景气的经济环境下，想出至少10种方法，将自己每月的花费减少30%。我们总在抱怨，却从不打破旧习惯，创造新的行为方式，来打开一个全新的局面。

4.指导并鼓励一个小团队，在重要项目上做一个富有创造性的问题解决者。

5.对因为总是讨论同样的话题而变得无聊的家庭聚会进行思考。扩

展家庭成员的思维，以一种从未有过的方式进行聚会，例如在新地点见面，谈论一些有意思的重要人物，或讨论一些最近的伦理困境事件。

6.为某个人选择一份完美礼物需要创意和创新。观察他们的爱好，然后将观察结果同你认为他们希望得到的东西联系起来。

■关于矛盾的智能

创新和思维灵活要求拥抱错误和挑战，并从错误和挑战中学习——克服难以逾越的障碍。矛盾的是，不被失败阻止或击倒的韧性，正是在这些领域取得最大进步的动力。反思已经完成的任务，查缺补漏，然后以一种动态而灵活的方式进行重新处理或重新创造，产生更好的结果／产出，在这一过程中矛盾的智能就能得到提高。反思、重新检查、寻找更好解决办法所需的思维灵活性，能够调动额叶，优化学习过程，从而产生转换性的新见解，以及处理大大小小陈旧任务的新鲜方法。

练习任务

1.对一次纯粹是浪费时间的会议进行反思。思考如何重新安排议题，产生互惠的解决办法。试着搜集更多的会议话题和分享观点，让会议对参与者变得更有意义。

2.对一个你认为进展顺利的项目、展示或事件进行重新思考。进行头脑风暴，想出至少五种能让其变得更好的方法，以及如果明天有另一次机会可以如何改进。

3.回想一个对于当时的你来说似乎是最糟糕的情形，列出从那次挫折中最终产生的至少五件好事。

4.在自己每周犯的错误中确定自己最喜欢的一个，通过回忆错误，

看看现在能从中学到什么。

■关于未知的智能

未知的智能需要重视好奇心和问问题。“如果……会怎么样？”我们天生拥有无与伦比的探索能力。但随着年龄的增长，我们会将自己的大脑设定为默认模式，直至它们因熟悉变得麻木瘫痪。这是你的一个选择，而非必然结果。一个高度创新的人永远不会满足于现状，而会一直寻找各种方法进入未知领域，在未知领域事情总在不停地改进、变化、生长和扩展。

练习任务

1.自愿指挥你从未领导过的某种事情；利用新的思维方式，你会感觉自己的思维变得开阔。

2.当新机会接近自己时，思考如果努力保持创新，这个机会能通过哪些方式教给自己新东西。

3.当你感觉无法应对一个新职位或重要责任，其中75%的所做之事是未知时，运用前面提到的智能：

（1）关于二的智能（见第04章）——确定自己需要学习的最重要的两项任务，让自己下个月能在新职位上取得最大进展。

（2）变焦的智能（见第05章）——拉开一定距离，看看上一步所确定的重要任务是如何适应一个更大框架的，同时不断将重要的新学习任务分解成容易执行的步骤。

在扩展自己的创造性的过程中，记录自己以前曾经如何运用每项高效技能，以及将来准备如何运用，以增加自己的智力资本。

·促使新事情发生：

____

·转换到创新的思维模式中：

____

·激活脱离常规的思维：

____

·建构同未来相关的观念：

____

·超越当前情境，想象事情会怎么样：

____

·寻找方法，改进过程和结果：

____

·成为自己影响范围内一项复杂斗争的调和者。

____

记住：当你在自己的每日待办事项清单中搜寻“大象事务”时，记下一两件你想重新检查、重新思考、重新改造的事情。如果你想要重新检查的是“大象事务”而非“兔子事务”，那最好不过了。当你充分运用并扩展自己的创新潜力时，你的大脑就会充满活力。

创新思考对于积极的大脑经济学——推进创新思考所可能产生的经

济效益——至关重要。你是否准备好从今天开始练习并加强自己的创新思考？

了解大脑

1.创新智能每年都可以得到提升。

2.当你寻找多种不同的新方法处理旧事务时，你的大脑就会充满创造力。

3.经常思考各种富有独创性的解决办法和问题阐释，这样能挑战智能，提升智力。

4.创新思考就像掌握一门外语——必须经常练习，才能保持熟练，并越来越稳固。

5.思维进行创新思考时，大脑连接会得到增强。

6.如果你从未将自己看成一个创新思考者，那么现在就开始这么做，并坚持改进。

7.创新思维即使改进很少的程度，都能对经济状况产生有益影响。

8.创新能力的主要限制在于你自己。

9.你越是推动自己发现并运用各种不同的策略来解决问题，就越有可能将这种能力转移到大脑功能的其他领域中。

第三部分　让自己的大脑在任何年龄阶段都变得更聪明

千禧世代的额叶健康需求同传统世代不同。婴儿潮一代进入50岁和60岁后，也需要不同的额叶练习。在一生中坚持培养有效且高效的大脑健康水平，需要对每个年龄阶段的基本需求所有了解。第07～第10章根据最先进的神经科学研究，通过一些具体例子对每个世代的情况进行说明，并提供相应建议。

07　即时世代，13～24岁

如果你目前正处于13～24岁这个年龄段，那么你就属于即时世代（ImMEDIAte）。对于这一世代来说，媒体就是生命线。我之所以把这个年龄段的群体命名为即时世代，是因为你们总渴望能即时接入社交网络，随时随地保持联系。

为什么目前这个阶段是你一生中大脑最易受到损害的时候？

惊人的“超连通”能力有哪些好处和弊端？

为什么即时世代进入成年阶段的速度比以往世代更加缓慢？

什么剥夺了即时世代的智力潜能？

如何克服那些减缓甚至阻碍大脑额叶健康成长的问题？

如何充分利用大脑额叶目前所处的快速成长阶段，大幅度提高自己的智能？

不是被鼓励“去思考”，而是被训练“去做”，在这种情况下，你能够充分发挥出自己的创造潜能吗？

即时世代是本书所讨论群体中最年轻的一个群体，指年龄介于十几岁到二十几岁的青少年一代。你们最好的朋友是自己的手机——如此依赖手机，即使短暂离开，也会感到不安。手机比父母和朋友更了解你们。你们随时随地把手机带在身边，睡觉时也不例外。但奇怪的是，你们很少把手机当电话来用，通常只是用来发短信或者登陆社交媒体网站，以迅速获得问题答案，以及同大量同伴保持联系。

作为即时世代的一员，通信工具对你来说就像吃饭和呼吸一样自然，必不可少。

最近有调查发现，1/3的大学生认为，网络同生活中的一些基本资源，如空气、水和住所一样重要。[1]美国国家药物滥用研究所所长诺拉·沃尔考（Nora Volkow）博士说，如果这种对技术的依赖听起来像是上瘾，在某种情况下，可能的确如此。他解释说，人们收到预料之外短信时所经历的情绪兴奋会使大脑释放多巴胺。多巴胺是一种神经传递介质，同快感联系在一起，但同时也会加强成瘾行为。实际上，只要想象谁会给自己发短信或者短信内容可能是什么，就会让人们感到兴奋。

即时世代主要通过媒介进行交往。这是他们建立、保持以及终止一段关系的主要途径。媒介同时也是他们同朋友、老师和父母以及其他希望随时保持联系的人进行联络的方式。甚至在课堂间隙，你也宁愿给朋友发短信，而不是见面聊上两分钟。即时世代盛行分享，任何时刻都知道“朋友”的所在地，以及朋友们对于任何话题的看法——从最微不足道的话题，到各种悲剧事件和重大事件。事实上，即时世代的联络并不受距离和地理界线的限制，其联络范围遥远且广泛——甚至远隔不同大陆。

技术重组了我们大脑的连接反应方式，人们对分散注意力开始成瘾。有研究表明，做家庭作业时，1/5的大学生每小时注意力会被打断六次以上——平均至少10分钟一次。[2]更有甚者，同一份报告还指出，有1/10的学生表示当自己试图集中精力于作业上时，根本数不清注意力被打断了多少次。

提升你的智能：下次做作业时，对自己注意力被打断的次数进行统计。

一些习惯正在对即时世代培养关键理性技能以及创新思考的能力产生损害。社交网络和信息过量可能正是偷走大脑智力的小偷。技术进步对个人创造力产生阻碍，并且未能培养即时世代独立思考的能力。技术对于即时世代大脑智力所产生的损害是一个世界性问题，正越来越引起人们的担忧。你可以改变自己的习惯，通过了解什么时候让以及什么时候不让技术主导自己的思考，来改变自身，进行创新性、权衡推理以及更深层次的思考。

提升你的智能：对自我进行挑战，保持注意力不被打断，然后观察家庭作业完成速度加快多少，以及完成学校布置任务或工作相关任务的表现进步了多少。

通过笔记本电脑、iPad和手机即时接入互联网，即时世代动动手指就可以迅速获得大量信息。通过在社交网站上发布和更新信息，他们又快速增加着互联网上现有信息的数量。然而，这种便捷也有其弊端。我们要对所使用媒介的缺点心中有数。你可能会对技术产生盲信，要知道，在我们所接触的海量信息中，很大一部分是不准确、不完整、没有经过事实验证的。也许你正在不知不觉之中，让计算机代替了自己的思考。你习惯性且熟练地检索信息，对于自己感兴趣甚至是不感兴趣的话题，都能快速获取海量事实和细节。作为即时世代的一员，你的大脑知道如何以一种令人难以匹敌的速度，检索并储存各种事实。

虽然你们这一世代可以在SAT、ACT、GRE、MCAT、LSAT以及GMAT考试中获得满分或接近满分，但在入学考试或课堂上取得最高分的那些人中，很多人常常未能充分发挥利用自己的智力潜能。在学校和考试中获得高分，并不能预示谁会在将来成为最优秀的医生、教师、父母、创新者、科学家、律师、商业经理人或任何其他领域的专家。

为什么会出现这种情况？渴望迅速获得正确答案，并不一定意味着能扩展好奇心，提升能力，从而解决这一世代在将来几十年可能面对的复杂问题。换种说法就是，过分强调获取信息的速度可能会损害大脑的正常发展，而在这一阶段你所需要的是加强大脑的策略性思考和深层次思考。

当然，还有其他一些即时世代成员在IQ或SAT测试中得分甚低。这些测试所使用方法虽然严格，却极其僵化死板，建立在事实学习的基础上；常常不能准确评估青少年的智力潜能，有时还会产生不利影响。你只需记住一个最重要的原则，在这些结构化测试中的表现并不能决定你的潜能。这些测试无法评估流动思考的整个过程，而如果你希望充分发挥自己的潜能，这种思考过程正是大脑深层思维和解决实际问题所必不可少的。

对于这一问题，教育系统难辞其咎，因为其过于注重测试表现，而不是培养学生进行创新性思考；然而，更大的责任在于你自己，以及对迅速获取知识的依赖，并将其作为学习方法。当前的教学实践无法提升学生的大脑健康水平，甚至还可能导致其退化。造成这种推理和批判性认知能力下降趋势的原因是多方面的，不仅仅是由于人们主动寻求分散注意力，另外还有对高利害标准化测试的过分强调，以及用测试指导教学。

用机械、死记硬背、填鸭式教育方式进行学习的即时世代，同学习抽象、综合思维方式，将学到的知识同自己的世界及其他资源连接贯通的同代人相比，大脑结构有着极大差别。

肯·罗宾逊爵士（Sir Ken Robinson）在其最新修订的著作《让大脑充满创意》（Out of Our Minds：Learning to be Creative）中提醒我

们，目前对青少年所进行的教育无法使他们适应21世纪的经济现状。[3]当前的教育系统是为一个不同的时代所设计的，也就是工业革命时代；在当时还不存在公共教育，年轻人获取信息的途径也极少。而多年以前促使学生进入学校的动机，今天已不再起作用了。学校正以教育之名逐渐削弱学生进行发散思维的能力，例如用多种方法来阐释同一个问题。

多年以来，父母和教育者一直宣扬，“知道得越多越好”。教育系统培养、训练和奖励的是能够滔滔不绝吐出各种事实性知识的学生，使得学生侧重于死记硬背各种资料，而这种技巧却会阻碍创造能力。但你现在需要了解这样一个教训，并在以后的生活中牢记：学到的东西越多，就越会被自己的无知和要学的东西太多阻挡住脚步。

对思考本身进行思考——而非了解信息。大脑科学研究表明，不论处于哪个年龄段，获取海量信息都不能让我们变得更聪明。[4]即时世代生活在一个信息过量的时代，每天都要面对数不清的选择。如果这些海量的选择会阻碍大脑充分权衡利弊，那么做出健全选择的能力呢？在你当前所处的成长阶段，正是大脑前额叶发展这一智慧能力的关键阶段，但过多的选择实际上会阻碍大脑决策能力的发展。

对于大脑健全决策能力的发展来说，选择并非多多益善，而是愈少愈好。

想象一下你开始学说话的过程。如果婴儿时期的你接收到的不是一种或两种语言，而是一下子同时接收10种语言。多种不同语言的大量输入，并不能让学说话变得更加简单，反而愈加困难。同样道理，信息过量也会阻碍大脑决策能力的发展。

认为越早进入成人世界，接触成人世界越多，就会成熟得越快的错误看法，是阻碍大脑潜能充分发挥的又一个绊脚石。从身体上来看，你

似乎成长得更快了，但大脑额叶的成熟进程并未加快。事实上，情形可能恰恰相反。所有这些毫无约束的信息获取和接触都让即时世代成熟得更慢。对于这种迟缓发展，最主要的原因是数量巨大的机会让大脑的决策制定功能难以招架，从而止步不前。从根本上来说，面对眼前的诸多选择，即时世代的大脑几乎陷入僵化状态。

所以你会如何应对？通常你不会做出选择，因为快速变化且尚未成熟的额叶会让决策变得极不可靠。你的大脑正处于一个非常脆弱的发展十字路口，理性判断逐渐登场，真正的选择皆充满危险。你的大脑更善于在面对一到两个选项时做出可靠的选择——例如同朋友的见面地点，申请的学校，甚至到哪里吃饭。

作为即时世代，通过向自己信任的成年人寻求建议——父母、老师或指导者——你将学会做出合理的判断和周全的决策。你将在一个很早的年纪，就经常面对一些最复杂的人生问题，此时你比更年轻的时候更需要指导，那时的你尚未面临这么多充满风险的选择。你越多地去寻求明智的参考，就越有助于大脑额叶的发展潜力达到最大化。

独自做出大部分决定同由成年人控制决策和判断过程之间显然存在一种微妙的平衡。如果成年人控制过多，无法发展出成人水平合理决策能力的风险就会加大。而如果没有一个安全和稳定的区间，你可能会发现自己深陷麻烦之中，因为此时的你缺乏理性回到健康选择上的能力。练习额叶技能，不断扩展决策边界，计划，承担后果——无论多严重——似乎是额叶充分发育的必要条件。

给父母和指导者的建议：不要时刻都充当孩子的决策制定者，也不要免除他们对后果的承担—这会阻碍即时世代的认知发展。

你目前既处于一个脆弱的人生阶段，同时也是一个极富创造性的人

生阶段。对信息的机械记忆扼制了你的学习欲望和创新欲望。另外，信息的更新速度如此之快，动动手指就能从网络上轻松获取，你看不到为了考试而学习某种知识的意义，因为你知道自己很快就会把它们忘掉。你对创造新观念的动机比学习某种可以轻易获取的事实性知识的动机更强。作为一名即时世代，你的大脑已蓄势待发，开发深层思考能力，拓展额叶功能，最大化智力资本。你需要认真对待这一挑战，因为它对你现在和以后的生活都至关重要。

美国从未像现在这样为年轻一代未来的大脑健康而感到忧虑，尤其是你们思维的开发方式（或者可能没有开发）。对于未能充分开发你们这一世代智能，世界各地都敲响了警钟。作为即时世代的一员，不要让体制限制了你的潜力。你可以控制自己大脑的命运，但这需要坚持和付出。不要让环境限制了你的潜力。

以菲利普为例，他是一名高三学生，老师和父母都为他无甚出彩的成绩表现担忧，而且这一成绩在过去两三年变得愈发平庸。他们担心这一成绩最终会让他无法进入一所好大学。父母说他常常连续好几个小时阅读，在网上查资料，做家庭作业，却不知道如何转化这些努力，用以完成课程项目。老师告诉菲利普的父母，他很可能有注意力缺陷/多动症（ADHD）。他无法长时间认真听讲，被人贴上懒惰的标签，常常无法完成家庭作业。虽然在他某些课程中表现优异，但有另外两门课程不及格。

在三种核心额叶功能——策略性注意力、综合推理和创新——方面，菲利普的表现远低于他的高智商所应达到的水平。他不知道如何充分开发大脑的智力财富。面对想要吸收的大量信息，他的大脑很快无力招架，关闭、停工，失去信心，不再付出努力。他尤其疲于应付历史课程，因为需要记住大量的日期和时间。他说，“我关心的是现在和未来。

另外，如果需要了解，我可以查到所有那些历史日期。”

而对于综合推理，他在利用知识创造新观念方面的能力尤其不足。他未能学会调动自己的高级推理能力，对于信息的理解和吸收仅停留在表面水平。他无法组合概念和综合意义，促进自己的高级思考能力。最后，菲利普的创新表现呆板僵化，只能挤出一到两种观点——他也不要求自己产生更多——而且他认为这已经足够了。

你认为菲利普是即时世代的典型代表吗？你是否感觉自己的智力潜力没有得到充分发挥？菲利普智商很高，但他没有开发出足够的额叶策略，进行灵活思考，为将来做好准备。他需要更熟练地利用知识，提升自己的创造力。此时菲利普正处于信息超载状态，独立思考的能力停滞不前，阻碍了他产生创新观点的能力。他并不认为自己是聪明的，正在逐渐失去作为一名学习者的信心。教育体制未能激发他的好奇心。

克里斯汀·史密斯[5]（Christian Smith）在其著作《迷失于转变之中：准成年阶段的黑暗一面》（The Dark Side of Emerging Adulthood）中认为，现在的青少年：

·进入成年阶段的速度更慢。

·大学毕业所需的时间更长，有的甚至无法毕业。

·依靠父母的时间更长。

·结婚更晚。

·找工作吃力。

·无法长时间在一个固定岗位上工作。

所有这些责任都需要运用额叶智能。即时世代作为一个群体处于挣扎之中，是因为对他们有重要影响的人未能尽到自己的职责，而他们自己则在一个重要发展阶段吃力地调动自身的策略性思维，因此成熟的额叶能力未能得到充分开发。但你不必重蹈覆辙，条件是现在就开始采取措施。培养能够增强流体智力能力的大脑习惯，你可以拥有一个健康的大脑。这些技能是灵活运用思维资源所必需的，从而：

·确定需要解决的问题。

·设想需要实现的重大目标，并确定实现目标的步骤。

·区分哪些事情能够提升进展，哪些会阻碍进展。

·寻找脱离生活惯性的方法。

·不仅仅满足于做一个任务完成者。

·拥有对方法进行创新的自信。

作为即时世代的一名成员，你要感到鼓舞，因为在你目前所处的生命阶段，只要充分利用有利条件，你的大脑拥有巨大的扩展潜力。除了生命开始的两个月，大脑从青春期到20岁中期所经历的变化超过其他任何生命时期。这些变化能在额叶区域明显看出来，这个区域负责计划、推理、决策以及其他的高级认知功能。对于将会指导你一生且从根本上必需的策略思维能力来说，这一生命阶段至关重要，因为大脑的额叶将会在这一阶段经历快速的发展。但需要注意的一点是，现在看来这一高级认知能力并非自然产生的，而是需要恰当的刺激、接触和训练，才能获得充分发展。努力改进策略性思维能力奠定了高级推理能力的基础，后者在整个成年阶段需要从复杂性和成熟度上进一步完善。

■即时世代的额叶智能

大脑额叶网络在即时世代所处的年龄阶段会经历剧烈的扩展和重塑。我们的教育忽视了教育的第四个“R”——阅读（reading）、写作（’riting）、算术（’rithmetic），以及推理（reasoning）。

用你能够集结的全部生命活力来拥抱这一生命阶段。在即时世代所处的这一生命阶段，大脑将习得组成综合推理（见第05章）基础的能力。你或许听父母讲过你学习走路、说话、阅读的年龄，因为对这些技能来说，存在一种深植于本能的发展阶段。而对于至关重要的推理技能能否被教授、习得或应用于各种不同的环境之中，则存在争议。

研究表明，在恰当的环境和机会条件下，一定程度的综合推理可随着额叶的成熟而自行发展。[6]然而，从现在的情况看来，推理能力训练比任何一个时期都更为必需，因为绝大多数年轻人（超过75%）即使在最好的环境中，高级推理能力都未得到发展。一个关键问题是：个体能否被教会用某种方式对思维本身进行思考，为策略性学习提供一种总体指导，并在不同的课程领域中转化？还是说如果你这方面能力不足，就会一直难以进行策略性的深层思考，就像患有失读症，就会一直阅读困难？对于这个问题，答案是任何时候开发策略性思维或创新思维能力都不会太早或太晚。当你开始开发它们时，大脑会充满活力，尤其是在即时世代所处的年龄阶段。

珍妮特是一个特别聪明的即时世代的一员，一名十年级的学生，但悲剧性的消息是她正处于巨大的痛苦之中，无法充分发挥自己的智力潜力。她被逼着在每门课程中都要取得好成绩。每天晚上学习到深夜，过度学习一切东西以提高考试成绩。她形成了非常糟糕的自我形象，被告知同其他人相比，她很懒，缺乏学习动力，也很笨。她出现了焦虑和抑

郁的迹象，睡眠也有问题。

对额叶功能进行的测试显示，珍妮特在策略性注意力方面的表现极差。她不但不会屏蔽不需要学习的信息，还会增加无关信息。她显示出“有缺陷的信息把关人”模式（见第04章）。她试图记住所有事情，接收信息的入口过宽。不相关的信息甚至从未显现过的信息都会侵入她的大脑中，干扰她的学习和思考。她的记忆力很糟，而这正是她被判断为聪明与否的方式。

她的额叶认知力量非常突出，将分散观点组合成综合意义的能力很强，说明综合推理表现水平较高。但她产生大量创新观念的能力极为有限而狭隘，同她的综合推理能力水平不符。她的课程训练和考试集中在得出正确答案上——这种方式明显遏制了她产生创新观念的创造能力。她努力想让父母和老师满意，却对学校的单调无聊感到厌倦，所有那些需要一字一句记下来的事实性知识都让她对自己的思维能力失去信心。而一个令人烦恼的矛盾在于，珍妮特是一个富有创造力的思考者，而不是死记硬背的机械学习者。她现在的大脑没有获得适当挑战，延伸和扩展自己的流体智力潜力。事实上，恰恰相反的情形正在发生，而她也在付出代价。

在一个信息超载、干扰不断的时代，作为一名即时世代成员，你需要更有策略性地思考，如何从复杂信息中提取深刻含义，将它们应用到自己的生活之中，培养专注于高级推理以及从所学知识中产生新观念的学习习惯。当你感觉思维受到抑制，大脑感到僵化时，可能是因为你太经常用死记硬背的方式来学习。想想自己是不是试图在短时间内粗略浏览大量信息，而不是花时间对更少量的信息进行更深刻、更有创造性的思考。

你可以控制怎么问新问题，而不只是试图回答一个确定的问题。当然，教育需要重新改革，以激发你们这一世代巨大的高级推理能力和创新思考能力。但你自己可以成为一个变化的开启者或中介力量，通过展示自己如何将机械的事实性知识转化成富有远见的想法，成为一个示范性转变的一部分。给你的老师和父母一个惊喜。给你的老板和导师一个惊喜。给你自己一个惊喜，用你扩展自己想象力边界的能力。

如果得到恰当调动，大脑能够产生动力，使你跃升至一个新的思考、创造水平，助你开发富有生产力生活所必需的聪明和创造力。即时世代在目前所处的年龄，要充分利用以下有利条件：

·这是大脑变化最丰富的一个年龄阶段。

·人类思维进行批判性思考的能力，可以在青少年时期和20多岁的时候调整。

·从复杂信息中综合意义的发散能力。

·从动机中生发出来的大脑动力，能让你变得创新，以新的方式进行思考。

■大脑健康

想到你正在培养一个不健康的大脑，无力胜任成年早期及以后生活中的复杂问题，真是令人又惊又怕。无论影响因素有哪些，即时世代的三种核心额叶功能——策略性注意力、综合推理、创新能力——的发展速度和水平都赶不上以前世代在同一年龄阶段的速度和水平。部分问题概括如下。

策略性注意力：对大量信息进行筛选和关注的能力。（见第04章定

义）

由于对社交媒体信息过于关注，你总是在所有时间同时处理各种事情。控制并排除不必要信息的能力是一个认知发展过程，如果恰当锻炼，应在即时世代所处的年龄阶段得到改善。屏蔽信息是一个主动的认知过程，当它发挥作用时，大脑在额叶区域的激活会增加，同时内侧颞叶区的激活减少。

你经常让自己的大脑更努力地集中注意力，因为它不得不主动屏蔽无关的背景噪声，在频繁的干扰中来回切换，对它的效率造成阻碍。结果，大脑形成了一个有缺陷且发展不充分的筛选系统。我的研究小组最近对即时世代群体中策略性注意力困难的比例进行了调查，但我们估计这一比例应超过75%。这能够解释为什么这一世代中有那么多人被诊断为注意力缺陷/多动症。

普遍看来，即时世代未能建立或加强筛选信息和决定什么重要，什么不重要的能力。你或许会反驳说，这是因为你不具备必要的知识基础，对信息进行去粗取精的筛选，但即使所需知识处于你的认知范围之内，这种缺陷仍然存在。

提升智能：看看自己阅读时，是否很难屏蔽不相关的信息。你能否辨别重要性较低的信息，将其过滤掉50%或更多？只需想象一下如果书本上每句话看起来都一样重要，学习将会变得多么吃力。

35%的即时世代成员由于学业挑战而退学，很多人觉得自己不愿意或不能吸收被要求学习的全部内容。[7]被迫记忆能够轻易查询到的东西，可能会遏制你们的好奇心；大脑需要学习的低层次信息太多了，从而无法产生动力进行创新。

如果没有信息把关机制，过滤掉不必要的信息，大脑试图处理的信息就会成为过于沉重的负担。

想一想：你让自己的大脑一直处于一种对干扰保持警觉的状态。结果，大脑负荷过重，无法促进更深层的思考和学习。在这种状态下，你将成为一个机械、没有思考的信息消化者，而不是动态、灵活、创造性的思考者，准备进入富有生产力的成年阶段。

综合推理：将分散信息综合起来，形成创新观点、解决办法和方向的能力。（具体描述见第05章）

有新证据表明，发展正常的即时世代虽然对事实和细节的记忆力较强，但通过综合推理总结意义的能力正在下降。[8]研究揭示了该能力发展的迟缓，多达85%的人未能达到预期标准。[9~10]虽然大脑的复杂构造天生就适合做一个优秀的意义综合者，但综合推理的能力必须通过后天习得。通过在大脑健康中心的研究，我和我的研究小组对所有社会阶层中即时世代的综合推理能力进行了评估。在基准测试方面，结果堪忧。[11]我们测试的即时世代成员在独立思考以及面对问题产生多种抽象答案方面，表现出非常严重的缺陷。我们在积极寻找方法，提高年轻人的能力，将课堂变成一个激发大脑培养的丰富环境，并通过前沿研究和训练方案解决这一危机。在本章后半部分你将会了解具体的方法。

创新：解决所面临新问题的能力；在工作或学业中创建并提出新颖观念和新方向的能力。（见第06章）

好吧，我接下来要说的并不是一个好消息。即时世代，在这么年轻的年龄，甚至跟你们5年前相比，创新思维已开始显露衰退迹象。一项历时研究表明，发散思维（看到问题多个方面或产生大量含义的能力）在小学期间达到顶峰，从青春期早期开始逐渐减弱。[12]这是一个令人担

忧的现象，高级推理能力甚至在你们这么年轻的年龄就开始衰退了，而我们知道，额叶的巨大能力在这一生命阶段才刚刚开始起步。

即时世代的额叶能力怎么能还未成熟，就处于一种衰退即倒退状态中？一个重要的因素是当前的教育体制，即时世代接受的训练是，思考每个问题时，首先这个问题只有一个答案，其次这个答案永远不会改变。对于提高认知潜力来说，这不啻一个悲剧，因为现在的这种情形正在限制你的流体智力的范围。

从根本上来说，虽然你们处于一个大脑潜力应该增长的生命阶段，但大脑能力也有可能不断丧失。

■提升即时世代的大脑潜力：变得更聪明（SMARTer）

在这个信息以光速更新的世界上，对于大脑培训来说，教学习什么内容只会培养出一个过时的大脑。想想为了参加高考你是怎么训练的，由于问题在不断变化，因此培训更多的是关于考试策略的，而非具体答案。

大脑在十几岁时的扩展性生长，让这一阶段成为训练推理能力和高级创造性思维技巧的最佳时期。训练高级创造性思维技巧的一种方法是通过一个特殊且经过科学证明的项目，叫作"策略性记忆高级推理训练"（Strategic Memory Advanced Reasoning Training），简称SMART。该方案由大脑健康中心开发，建立在如何能最好地锻炼快速发展的大脑额叶网络的认知神经科学原则之上。[13]SMART会教给即时世代成员如何改善大脑效率，通过组织、综合、抽象以及构建特殊且创新的观念和方法来处理问题。大脑科学已表明，构建创新、一般性的意义是大脑的最佳学习方法。SMART方案教给即时世代如何策略性地思考，而非学习什么。

SMART教给即时世代深加工信息和批判性创新思考的技巧，从而使其对信息的理解更长久，更好地领悟普遍意义，并激发对知识的创新及创造性应用。训练集中在三种核心额叶功能上，即策略性思维、综合推理以及创新。

·策略性注意力：即时世代能学会如何将注意力高度贯注于重要的任务和决策上。

·综合推理：即时世代能学会跨越各种不同的多媒体，从复杂信息中综合观念，并进行富有前瞻性的思考。

·创新：通过SMART训练项目，即时世代将学会构建深刻的见解，想象潜在问题，发现多种解决方法，创造新方向，并从多种不同的视角看待事物。

■帮助学生更聪明地思考

当即时世代的思维得到挑战，进行策略性思考时，他们会开始参与课堂讨论，用新鲜、独立的观点回应阅读。当你促使自己超越表面事实对内容进行思考时，就能收集到富有洞察性的含义以及所学知识的新应用。更重要的是，当你开始在其中一门课程中构建创新性的普遍性意义时，大脑健康中心的研究显示，这种策略性方法还可以转移到其他课程情境中，例如科学、历史、数学以及阅读等。当你坚持挑战自己的思维，综合并创造出自己的意义时，大脑的表现将会急速飞升。是的，你可以在当前这个年轻的年龄中对自己的大脑进行重构。

我的研究显示：

·当你将一些普遍性的策略应用到吸收和转换意义上时，将会在不同的核心内容领域取得进步，例如社会研究、阅读、数学和科学。

·当你被鼓励参与并在活跃的交流中进行思考时，而不是仅仅回答只有一个正确答案的具体问题时，你对学习的热情将会被重新点燃。

研究还发现，所有认知水平的即时世代都表现出了进步——从表现水平最低的到潜力最高的：

·经过SMART训练，表现水平最低的即时世代成员中，有78%的人出现了改进。

·高潜力的即时世代成员（例如菲利普和珍妮特），在高级推理方面显示出了巨大进步。

·结果显示，综合推理方面出现了显著进步，同时这些进步还惠及其他未经训练的认知领域。

·在SMART训练后，全州范围内的数学、科学、阅读和社会研究测试分数显示，获得推荐表现（即最佳表现）的人数提高了一倍。（见图7-1）

·拉美裔及非裔学生在综合推理方面展现出了同白人学生相似的进步。

·经过SMART训练，所有社会阶层的学生在综合推理方面都取得了相当大的进步。

培养核心额叶能力以获取知识，将会成为你一生中所采取的最强大的大脑训练法之一。它会帮你将旧知识应用于新环境之中，制定富有洞察性的新方向，发现未知问题和方法，从各种信息源中灵活提取意义，构建新的抽象观念，培养富有远见的思维等。大脑科学已表明，构建创新、普遍性的意义是大脑的最佳学习方法。你将会为未来的工作环境做

好准备——一种今天甚至不存在的环境。

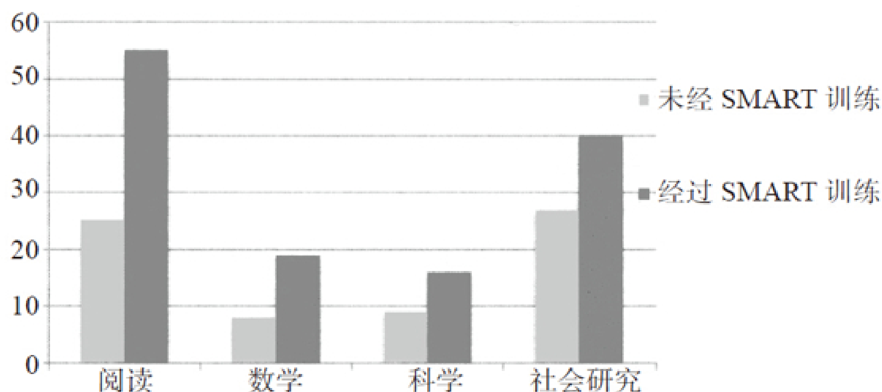


图7-1　SMART训练前后测试分数对比

提升智能：当你学习课程知识时尝试这么做：阅读作业内容，在笔记中创建自己的抽象意义。你将能提高自己的独立思考能力，巩固学习能力以及将基本事实应用于现实的能力。

通过练习构建普遍性原则和意义的习惯，你将会对课堂讨论充满期待。当你挑战自己的思维，创造新想法和进行推理，而不是回忆具体的事实，你的大脑就会得到激发、充满活力。进行策略性思考，用新的方法对内容进行理解，看看你是否能将自己转变成一个充满热情的学习者。

回忆基本事实同创造新知识的极致乐趣相比，简直无聊透了。创造给学习赋予意义。

■高级推理能力对现实生活的影响

下面是一个真实的故事，说明了当即时世代大脑发展的关键部分得到积极推动时，将可能对生活产生的巨大影响。

13岁的科尔在学校一直表现优异，成绩几乎全是A。当他升入七年级时，进入了天才重点班。但到了中学一切开始急转直下——学习表现、自信心、同学关系。他的考试成绩和课程项目分数开始退步，有的甚至不及格。他的父母一遍遍同老师谈话了解，试图找出科尔成绩下降的根源。他们将他从公立学校转入了私立学校，想看小班授课对他是否能有帮助。但科尔的成绩下降得更厉害了，并开始认为自己是一个糟糕的学生。他完全无力应对每项作业，感觉自己永远无法掌握需要学习的大量知识。

在训练前的测试中，科尔的策略性学习测试显示，他试图一字不漏地记住所有东西。经过10个课程的大脑训练，他学会了自上而下地处理信息（例如辨别主题、总结抽象观念、进行解释等），而非自下而上地学习（孤立的事实）。训练后的进行测试中，科尔能够将分散的概念组合成抽象、自创的观念，能对学习作业的内容进行快速加工处理。在从阅读中产生丰富阐释的能力上，他表现出巨大的进步。更重要的是，他记住基本事实的能力也得到极大改进。

科尔、他的父母以及老师都看到了训练带来的诸多益处。他完成每项作业的时间，从6个小时减少到45分钟左右，因为他现在会首先思考和学习较大的观念（自上而下的处理过程），而不是记忆孤立的事实性知识。他的成绩不再不及格了，而是在大多数课程中都名列前茅。

“经过训练，我感觉自己变聪明了好多——好像我清楚知道如何学习和独立思考了。当不再逐字逐句记住课本上的内容时，我感觉自己对学习充满了灵感。我现在变得更有创造性了。”

“经过训练，科尔变成了一个自信且高效的学生，”他的父亲乔说。“甚至他的谈话都表现出更多的思考深度。他现在感觉没有自己实现

不了的目标，第一次给自己的未来设立了很高的期待。”

通过调动额叶，最大化自己的大脑潜力，你将会获得巨大的进步。利用额叶网络进行策略性思考，你将转变成一个创新且鼓舞人心的领导者。

■父母：怎么帮助自己即时世代的孩子

一个充满希望又极其脆弱的时期，即时世代所处的这个关键人生阶段需要引起父母、大脑科学家、教育者、政策制定者以及经济学家的足够重视。良好的大脑保持健康将为未来充满活力的生活打下基础。

·要让即时世代学会对各种问题形成自己的独特看法，包括电影，政治讨论，地区、国家及世界性的悲剧事件，学校里的烦恼，欺凌等。或阐释自己的艺术创作，刺激大脑额叶功能的发展。

·鼓励他们积极发现问题，并利用新知识对上一条提到的情形或其他日常问题找出解决方法。

·鼓励即时世代参与讨论，对他们的反思以及立足于现实的想象进行表扬，而不仅仅是聆听事实。

·让即时世代总结评论看过的电影，而不是进行长篇大论的复述。

·让即时世代分别从积极角度和消极角度阐释自己最喜欢歌曲的歌词。

·鼓励好奇心，训练选择性的注意力——将注意力集中在一个对象、声音或想法上的能力——忽视或抑制无关或干扰信息。

·让他们自己进行实验，在安静的环境中不受干扰地学习一门课程，以及在与平时一样的干扰环境中学习另一门课程。用自己的评分标准以及课程分数来评估自己的表现。

·鼓励创造性，对一个问题找出多种答案，而不是寻求唯一的“正

确”答案。

·让他们想象出尽可能多的新手机应用，做成有用的待办事项提醒。

·同他们分享一个自己正在处理的道德两难问题，让他们提出尽可能多的好建议。例如你工作的地方有人总是提前下班，对同事的利益造成损害。

·观看他们喜欢的电视节目，然后相互交流，分享从不同角色身上得到的启发。

■即时世代的大脑经济学

大脑经济学最糟糕的情形正在即时世代身上发生。在这一关键发展阶段，终生习惯正在逐渐形成，对个人以后的生产力和健康将产生持久影响。我最初构思大脑经济学的概念，是为了总结青少年一代教育成就和经济状况之间的因果关系。虽然这一关系在这个群体身上体现得最为明显，但我后来意识到它适用于所有的年龄阶段。

发达国家若想在全球经济中保持竞争优势，将依赖于即时世代推理和批判思维能力的水平，这一点正变得越来越明显。但这一年龄群体从认知测试中反映出来的状态却极为糟糕。

·在美国，这一世代的推理、创新思维以及批判思维能力发育迟缓。

·在最近进行的国际学生评估项目（PISA）中，在批判思维和推理能力方面，美国学生的得分在27个发达国家中排名第17位。[14]

·在27个发达国家中，美国学生的数学成绩排在第23位，科学成绩排在第17位。

·目前美国青少年的高中辍学数量超过了历史上任何一个时期。据估计，每26秒就有一名青少年辍学，每年平均有100万人辍学。

·“公民事业”主席和总裁约翰·布里奇兰（John Bridgeland）在其出版于2006年的《沉默蔓延：高中学生辍学观察》（The Silent Epidemic：Perspectives of High School Dropouts）中说，公立高中有几乎1/3的学生不能按时毕业。[15]

·约1/3的美国青少年，包括从高中毕业的学生，对大学学业准备不足。

·教育者、公共政策专家以及认知神经科学家认识到关于青少年的一个普遍危机，当他们从初中和高校过渡到现实生活中时，学业及个人生活方面常无法取得良好进展，但对此难题他们也感到束手无策。

对即时世代的创新认知资本进行投资，将会对未来总体经济的增长产生巨大的积极作用，尤其是从长远来看。提升智能将会对经济增长产生指数倍的效益。认知资本是人类最大的自然资源，我们却在任其白白荒废。如何教导学生成为创新、独立的思考者以及如何训练年轻的职业人士，对于短期和将来来说，都将成为我们经济发展最强烈的预测因素。

经济学家指出，通过创新教育训练获得的认知进步，同长期的经济增长潜力紧密联系在一起。[16]如果美国能在数学、推理以及科学教育水平上媲美其他表现优异的国家（如芬兰和加拿大），据估其成本效益将高达100万亿美元。斯坦福大学胡佛研究所的埃里克·哈努谢克（Eric Hanushek）和慕尼黑大学经济信息研究所的卢德格尔·沃斯曼因（Ludger Woessmann），在2011年发表于《经济政策》（Economic Policy）上的文章中提醒人们，对于低水平教育成就所带来的巨大经济成本，我们不可低估。[17]

人类智能同经济增长之间的动态影响关系是一记警钟，警示我们应

寻找可行方法，使即时世代的大脑状态达到最佳水平——我们的未来需要。

哈努谢克和沃斯曼因解释，改善教育并非意味着向学校投资大量金钱，或出台更多的管理政策。事实上，更多的资助同更好的学业表现之间并无太大关联。相反，教育改革应以提升即时世代更深层的思考能力和创新智能为导向——尤其这个年龄正是高级推理能力的关键发展阶段。

正如我前面所说的，青少年时期和早期成年阶段，是想象力和创新力等认知发展的最佳时期，也是一个脆弱的时期。批判性推理和策略性思维能力会在青春期经历快速扩展，然后成年时期在复杂性和成熟度方面得到进一步完善。未能调动即时世代进行策略性思考和创新性推理的失败，正在各个经济阶层发生。

我们一年未对即时世代进行策略性思考、创新思考以及高级推理能力方面的训练，就是一年未对人类认知资本的未来进行投资。提升即时世代的智能对促进独立及富有创造性的生活方式势在必行。绽放即时世代的想象力，对所有人都会产生影响。即时世代是其家庭、所在城市、州以及整个国家的未来。

你希望自己培养一个什么样的大脑？开始培养并努力坚持最基础的健康大脑习惯吧，现在正是最佳时间。你会想要深入开掘自己的创造性资本，这是你拥有的最丰富、再生性更强的自然资源。获益则是让这个世界变成一个更可持续的地方。

了解大脑

1.即时世代形成上瘾行为的风险比其他年龄阶段都要大。

2.即时世代的智能需要同以前世代不同的教育策略，以解决未来的复杂问题。

3.创新思考能力在即时世代身上已开始衰退，但恰当的训练可以逆转这一后退趋势。

4.策略注意力、综合推理以及创新思考的额叶能力，是即时世代在这一大脑发展的关键时期需要着重加强的三个核心领域。

5.允许即时世代做出艰难的抉择，对他们额叶的健康发展是非常必要的。

6.寻求刺激是这一年龄阶段的重要特征之一。

7.在生活各个方面，即时世代都面临着更多选择，这可能导致大脑发展僵化或迟缓。向父母或老师寻求指导，并承担自己的选择后果。

8.由于各种信息争相吸引注意力，感觉超载严重，即时世代的神经构造正在发生变化，结果导致有缺陷的策略性注意力。

08　发现者一代，25~35岁；寻找者一代，36~45岁

在这一章，我们将对两个群体的当前状态及智能提升的未来潜力进行了解——发现者一代和寻找者一代。发现者一代，年龄为25~35岁，承担着“发现”答案和进行常规工作的任务。寻找者一代，年龄为36~45岁，则是在领导者行列“寻找”自己的价值所在。

同发现者和寻找者相关的问题包括：

额叶在25~30岁经历了发展后，哪些思维活动能够改进额叶能力？

为什么在大学取得好成绩并不能轻易转化为职场中的迅速发展？

怎么才能从知道如何快速搜集事实，转变成知道如何创新思考，激发工作成就感？

工作环境是怎么提升或阻碍大脑生产力的？

谷歌搜索如何改变了我们的学习和记忆方式？

你知道自己什么时候处于信息超载状态吗？

从大脑的健康发展考虑，你可以通过什么方法决定自己何时该保持现状，何时该积极促进改变？

■发现者一代

发现者一代，即年龄处于20岁中期到30岁中期的人，渴望发现，并迷恋发现。这个年龄群体是“点击”的一代，习惯于在搜索栏中输入简单的几个字来满足自己对信息和问题答案的不间断需求。

发现者一代在学校里就被训练着发现正确答案，而且总寻找一个“确定的”正确答案。

以莫莉为例，她是一个28岁的年轻人，看起来聪明活泼。在高中和大学成绩一直名列前茅。毕业后，她得到了一个炙手可热的职位，进入一家生产环保产品的公司，成为一名总裁助理。

她不停地记录大量信息，几乎一字不漏地记下一切事情。她能写出精美的会议技术报告，一板一眼地根据会议参加者所提出的建议陈述接下来的措施。这些令人赞叹的信息管理工作并不需要自创的新颖想法。

寻找“确定的”答案无法让创新智能达至最大化。

我见到莫莉时，她说自己热爱工作的公司，但也承认对工作感到厌倦，感觉自己的大脑在复制–粘贴的固定程序中停滞不前。她能感觉到上司对自己的赏识，但拥有的机会却极为有限。她不知道如何晋升或跳槽。莫莉没能得到足够的机会，将自己的大脑培养成一个创新、能解决公司复杂问题的大脑。她实际上困于现状之中，裹足不前。

想想这种状况将会给大脑经济带来的消极影响。想象一下莫莉在一成不变的工作中培养出的将是一种什么样的大脑。学业完成后，工作环境是进一步推进智能发展的主要塑造者和影响因素。她的大脑在被以什么样的方式塑造？工作相关的有限思维挑战又会对她现在和未来的经济状况产生什么样的影响？当然，她因所在的职位而对公司的一切了如指掌，可以了解并仔细记录同公司重大项目相关的大量信息。对莫莉所工作的公司来说，由于未能对她的创造性智能进行指导和更深思熟虑的促进，将会对自身造成多么大的经济损失！

■发现者一代的额叶智能

正如在即时世代一章所说的，大脑科学的最新发现显示，大脑从十几岁开始会经历巨大变化，20多岁仍会继续，一直持续到30多岁前期。我认为有必要再次重复这个重要的大脑研究发现，因为发现者所处年龄阶段是大脑发育的一个转变性时期，大脑做好了最大化其天生能力的准备，以促进高水平决策制定、创新思维和策略性推理能力，从而做出生活需要的合理判断。这一认知阶段与大脑复杂额叶网络经历剧烈重塑的过程是同时进行的。大脑的这种发展要求具备从书本知识学习转移到在实际工作中学习的能力——在工作中你几乎要对所有事情寻找新的处理方法。

由于多种原因，发现者一代的额叶智能未能得到充分开发，甚至可能陷于停滞。他们在大学期间投入了大量时间和精力刺激学习和认知发展，以对社会议题建立强大的语言学、文学和历史视角，获取基本的科学知识和计算机技能。然而，大脑科学已表明，培养基础策略推理能力和创新思维技能也需要同样的努力。

关于这种大脑认知停滞的证据正出现得越来越多，这意味着此时充分利用大脑潜力的有利条件显得更加至关重要。对于让大脑为未来做好准备来说，训练这些技能是最重要的。你在学校或大学时，还可以将责任推给教育体制。但现在打开那扇门，实现大脑的最高表现能力，则取决于你自己。你想被动地接受该做什么，还是自己去发现需要做的事情？

■发现者一代的大脑健康检查

策略性注意力

通过在日常生活中的实际应用，策略性注意力是最容易提高的一种认知功能。当发现者一代遵循策略性注意力训练法——无（让大脑有休

息的时间），一（循序处理任务），二（确定大象任务或重要任务）——进行了训练之后，他们几乎立刻反馈说自己出现了显著的大脑进步。重新阅读第03章，复习如何将大脑力量训练法融入自己的生活。对策略性注意力这种认知功能具有重要影响的一个因素是技术。

我在最近两个属于发现者一代的客户身上，正看到了技术的这种消极影响。他们两人在策略性注意力测试方面的得分都很低，而且很明显，他们并没有对信息进行深入的思考加工，而是表现出一定的认知幼稚特点，虽然能记住大量东西，却无法对面前的信息进行策略性地选择和屏蔽。

对于发现者来说，对日常生活中涌入的所有信息进行分类整理是一件非常具有挑战性的事情。实际上，发现者一代的最大缺陷就在于无法将信息从自己的注意力中屏蔽出去。他们总是试图处理面前的所有信息，而不是将其中的50%或者更多屏蔽出去。这是因为发现者们已经习惯了寻找和发现信息，他们的本能反应就是搜索尽可能多的信息，通常都是利用网络搜索。然而，这种有害的习惯却会让大脑感到厌倦，并让智力能力超载。

综合推理

有证据显示，一个人的选择越多，做出合理决策的可能性就越低，甚至可能根本无法做出决策。接收信息超载时，大脑会变得无力招架，甚至陷入麻木。[1]而这种超载状态正在阻碍发现者一代进行更深入、更有策略性和创新性的思考。

更多的信息有没有可能正在让我们变得更不聪明——甚至更愚蠢？没有一个直接的答案。罗迪·罗迪格（Roddy Roediger）是圣路易斯市华盛顿大学的一名心理学教授，他认为，过去100年人们的智力分数在逐

渐增加，原因可能在于我们所处的环境信息变得丰富。[2]

但是我要提醒一点，虽然我们的信息很丰富，虽然我们看到人类的智商出现了显著提高，但这并非意味着流体思维能力提高了。记住，智商是一个过时、无法反映动态思维能力的指标（见第01章）。而要想在未来变得更聪明，流体智力正是你所需要的。这一点在我前面提到的两个发现者一代成员身上体现得尤为明显。在大脑健康检查中的综合推理标准方面，他们表现出非常复杂的词汇量。但是赞扬仅仅止于此。他们未能展现出动态和灵活的思考，通过对变焦的大脑智能（见第05章）利用不足表现出来。他们未能从细节之中扩大视角，衍生出更宏大的观念，未能思考更广泛的应用，而是囿于所面对信息的字面意义之中。他们只是粗略地浏览一番，吸收一些表面信息，而不是对面前的信息进行深入思考。

发现者的成长过程之中可能伴随着现代化、可以很容易获取的技术。当人们问我技术对大脑是好是坏时，我会强调性地回答——“是的！”他们会带着探寻性的表情盯着我看一会儿，然后答案就很清楚了。技术对大脑的发展既好又坏。

我绝不愿回到一个没有技术的时代。我仍能清楚记得自己写论文时的情形——为了查到某篇文章或某本书，有时需要花2~3个月的时间。而现在，由于技术的高度发达，只需动动鼠标，你就能在几分钟之内获得自己想要的几乎任何文章。这种信息的即时获取，对于研究者和任何计划常会快速改变的行业来说都是一种梦想成真。

最近有一项研究显示，谷歌搜索让人类的整个记忆系统发生了改变。[3]如果知道自己以后还能查到某种信息，我们就不会像以为查不到那样去努力记忆。我们能记住储存信息的文件夹，却记不住信息本身。你

们不再需要学习和记忆事实性知识——只需将资料储存起来，知道如何快速找到它们即可。

以普及“虚拟现实”这一说法而著称的计算机专家杰伦·拉尼尔（Jaron Lanier），在最近一次演讲中，要求听众在他的演讲过程中不要写博客、发短信或推特。他是在试图阻止普遍存在的多任务处理行为，这种行为妨碍人们将注意力放在现时现刻。他认为：“我阻止你们同时处理多项任务，最主要的原因并不是为了让自己感到受尊重，而是为了让你们存在。如果你们先听后写，那么无论你们写什么，都能有时间经过大脑过滤，而且你们也会存在于自己所表达的信息之中。这就是让你们存在的东西。如果你们仅仅是信息的反射者，那么你们真的存在于那里吗？”[4]

发现者一代除了将会议内容逐字逐句地记下来，还会花费许多时间记录笔记。他们说自己不知道如何实时构思更大的观念。而且他们还担心如果自己等一会儿再记下来，会把信息忘掉。然而，科学研究显示，如果你等一等，将能更深入地处理信息，并通过自己的想法对其进行综合。[5]这么做能将难以记忆的生硬意义转变成某种更个性和更容易记忆的东西，提升额叶的智能。

发现者一直因自己原封不动记忆信息的精确性而获得诸多回报，从而进一步强化了这种有害的大脑习惯。正如我们在前面章节中所了解到的，机械的学习无法培养流体、动态智力所必需的关键额叶技能，而这种技能在一个不断变化的世界中是必要的。对于很多发现者来说，他们的最高目标是积累信息，而非产生新的思维方法或创新性的问题解决办法。然而，有意识、深思熟虑的思维处理过程对于健康的大脑发展来说是关键。记住，复杂思考能让你的大脑变得更健康（见第05章）。不断推进自身大脑功能的界限，不仅有益于个人的大脑发展，同时对你所工

作的企业以及整个国家的经济都能产生积极的影响。

创新能力

发现者一代比其他世代拥有更多的机会成为富有远见的人，要利用社交网络改善大脑，而非损耗大脑。但你必须警惕盲目从众。杰伦·拉尼尔在《你不是一个配件：一份宣言》（You Are Not a Gadget：A Manifesto）中声称，像脸书和推特这样的社交网站鼓励肤浅的交流。[6]他希望能够复兴软件开发，让人们变得更有创造力。我认为这说明技术让发现者一代变得更自动化了。

那么，发现者们，这对你们意味着什么？我最近问一群发现者他们认为什么时候自己的大脑表现最佳，大多数人回答他们目前就在发挥自己大脑的最大潜力。这些发现者们并不认为自己大脑的最佳表现时期是在过去，这让我很兴奋，但同时我也希望他们能意识到，虽然感觉自己的大脑目前表现甚佳，但仍有可能更上一层楼。根据每天利用的方式，你们可以培养自己的大脑。设计一项大脑健康计划，实现自己的大脑健康目标。

怎么才能增强策略性注意力，提升综合推理能力，加强创新能力？

我最近的一个客户名为艾比，属于发现者一代，她对下面的大脑健康计划进行了实践。

为了改进策略性注意力：

·打电话时避免查看邮件或查看网页，反之亦然。

·晚上睡觉前不要查看邮件或短信，以避免夜里思维过于活跃。

为了提升综合推理能力：

·对需要处理的资料先浏览一遍。然后从头阅读，综合其主旨大意，根据材料形成宏观概念。

为了加强创新能力：

·对想法仔细斟酌，考虑各种观点，设想解决办法，而不是用大脑中出现的第一个想法立即进行回应。

·开发一个小项目，而不是处理更多任务，设计实现目标所需的行动计划。

有了提升智能所需的策略，你现在拥有的可能性无穷无尽。力量就掌握在自己手中，更准确地说是在你的大脑中，因此开始行动，去实现自己的最大认知潜力吧。

■发现者一代的大脑经济学

由于未能实现的大脑成就，我们的总体经济现在及未来都会遭受重大的损失。如果你的大脑主要被训练着去发现答案，你怎么能做好准备，去解决大大小小的国家性和世界性危机呢？你努力寻找的答案甚至可能并不存在，而即便答案存在，它们也会非常复杂，仅仅在罕经验证的信息源中点点鼠标搜索也无法发现。发现一代需要进入下一个人生阶段，在这个阶段，你们肩负着辨别所需要解决的核心问题以及产生答案的责任，而不仅仅是搜索已经存在的信息和资料。

事实上，发现者一代未能达到批判性思考者的基本要求，因为他们未能充分利用和开发自己的大脑潜力。他们或许拥有很高的学历，但如果智力能力一直保持静止，那么在不远的将来，我们所有人都将遭受经济损失。

培育（nurture）和自然（nature）：智能必须进行培育，这样它才不会成为自然环境的受害者。

当前的领导者需要重新思考发现者一代的大脑训练方式。开发年轻人的潜在智能，取决于负责抚养和培养他们的人。潜力是存在的，但关于生产力的陈旧观念正在压制发现者一代处于发展过程中的流体智力，未能培养他们的策略性注意力、综合推理和创新等核心额叶功能。

其中一个需要改革的地方是工作场所。工作环境提供了一个完美的生活实验场景，在这里智能可以得到极大的促进或阻碍。公司的管理人员经常跟我说，“我们不知道如何将那些最聪明、最机智的20多岁和30多岁的年轻人融入公司。他们很聪明，有很高的成绩绩点和令人印象深刻的履历，但他们不能解决问题；如果不被明确告知，每天甚至不去思考应该做什么。他们想要也需要一个清单，清楚地把需要完成的事情列出来。如果被要求自己找出新方法，提高工作产出，提升生产力，他们就会感到焦虑不安。”

其中一个原因是：格子间的广泛应用。格子间会阻碍大脑健康，对其产生损害作用，抑制大脑发展。思考格子间的特点是如何同策略性注意力和综合推理相左的。格子间整个概念的构建初衷是为了建立和培养更有合作性的工作习惯，激发创新。可以肯定的是，格子间极大地增加了个体之间的交叉谈话；然而，这种环境设计对于创新思维是利是弊仍待有定论。它提升了交叉听觉能力，在一个格子间的环境中是不存在所谓私人谈话的。想一想策略性注意力所需付出的代价——大脑为了专注于眼前的任务，需要多努力才能屏蔽周围的谈话。

你应该准备好开发自己的大脑功能，扩展自己的创新潜力。

一名发现者一代的成员杰里米告诉我，他不知道自己是不是有注意

力缺陷（ADHD），还只是因为在封闭的格子间中很难屏蔽周围同事产生的刺激。他说自己有偏头痛，在想是不是工作环境导致了他的大脑损耗。我们都知道在痛苦中保持工作效率有多难。我建议他跟老板谈谈，找一个安静的办公空间工作一段时间，尤其是进行一些重大项目时，需要投入更多的集中注意力。杰里米后来反馈说，这个简单的调整让他的大脑精力和效率有了极大改善，偏头痛也减轻了。

朱莉是我最近的一个客户，她是一名33岁的营销人员。第一次见面时，她看起来漠然，消极被动，对自己的日常工作提不起兴趣。她坦陈，“我感觉自己每天都在做同样的事情；很少感到挑战，我希望能从自己的工作中收获更多。”事实上，她的大脑健康检查显示，她对于形成抽象观念感觉非常吃力，极少甚至根本不应用创新思维，以创造问题解决办法或不同的结果。她的思维陷于固定模式之中，试图寻找清晰而确定的答案。她很少将学到或观察到的知识同自己以前的经验联系起来，以产生新的可能性。因此，她的大脑的发动机只是在回收信息，而不是用创造性的方式组合分散观点，从而很容易感到厌倦和疲劳。

不进行创新思考和批判推理，对大脑以及更聪明的思考——而非更费力的思考——都是有害的。这一失败在各行各业、各个领域都在发生，不论你是身居高位，还是无名小卒。每一年我们未能激发和促进策略性创新思维和高级推理能力，就是一年未能对人类认知资本的未来进行投资。

■寻找者一代

我开始思考这一章的内容时，曾将26～45岁的人归为一个世代。但当我同一些36～45岁的人聊天时，他们会告诉我自己同发现者一代非常不同。我静下心来思考一番并意识到，虽然这两个群体有许多相同之

处，但也存在诸多巨大差异。

寻找者在生活中处于进退两难的境地。他们试图：

·确定自己在社会中的位置。

·寻找自己最适合的位置。

·确定自己的成长潜力在哪里。

思考者一代，即年龄介于46岁到65岁之间的群体，是你们的指导者和管理者，在短期之内还没有将大权移交给你们的趋势。事实上，思考者一代目前看起来仍游刃有余。他们富有远见，善于把握事情的大框架，而寻找者一代作为前者的下属，是具体的执行者和以细节为导向的群体。

将寻找者一代所处的这种领导潜力的灰色区域，同样的证据显示在大多数国家，寻找者这一年龄阶段的人是最不快乐的一个群体。不禁让人要问，为什么会出现这种情况？分析结果表明，寻找者这一年龄阶段快乐感觉下降，是因为压力升高，忧虑，以及管理家庭的复杂性——尤其是处于青春期的年轻孩子。[7~8]压力则是由于陷于工作现状之中，没有能力看到未来的成长。

特德绝对感觉囿于现状之中。他是一名42岁的寻找者一代成员，来自小城镇，试图发现自己能做哪些更多的事情，以增加自己的思维生产力和领导技能。他有以下特点：

·长期的多任务处理痴迷者

·信息下载狂

·长时间工作，效率却很低

他常常过度工作，认为这能帮他在晋升上获得一定优势。按他自己描述的，问题在于他需要向两个领导报告工作——都属于思考者一代。两人都没有任何退休的打算。最让他沮丧的是他感觉自己的上司转向了一种自动管理模式，他承担了他们的更多职责，获得的报酬却更少了。他感觉自己是一个更有策略性的思考者，在会议上建言献策良多，对公司应该朝哪个方向发展也有更多的了解。

我一次次地在其他人身上看到特德的这种情形。他现在确实处于一种进退维谷的境地，因为他不知道自己该往哪个方向前进。他又不能向自己的老板抱怨。

寻找者在公司晋升阶梯上的爬升速度，赶不上思考者在他们三四十岁的速度。20年前，总裁的年龄普遍都是三四十岁，但现在越来越稀少了。特德在寻找一份能让他一展领导才华的新工作。对于他的公司和领导团队来说，这是一个多么大的损失！工作环境在阻碍他提升自己智力资本的能力；在这种情形中，大脑效益处于亏损状态。

另一个寻找者一代成员雪莉则有一个不同的故事。她今年41岁，最近刚获得晋升，目前是一家业务多元的国有公司的总裁。但她也有一些担忧，于是向我求助。她感觉：

·自己较高的工作效率正在下降。

·动机丧失。

·注意力非常分散。

·在工作中感觉越来越不快乐。

在大脑健康检查中，她的策略性注意力表现低效。随着测试的增加，集中注意力以及过滤信息的策略应用能力变得越来越差。她的大脑很快就无力应付大量信息。鉴于她工作较高的认知复杂度要求，她的综合推理能力极为低下。她在创新能力方面表现优异，能够流动、创造性地思考，并对信息做出多种阐释。对于雪莉来说，她的智力正受到损耗。她当然很聪明，但她的大脑能量却正在被耗尽。我建议她改进的一个关键领域是有侧重地分配自己的精力。她总是试图处理所有事情，对每一件事情都给予同等水平的注意力。天天这么宽泛地分散大脑精力是不现实的。她不知道自己最重要的“大象任务”在哪里。

发现者们和寻找者们：下面是提升策略性注意力、综合推理和创新能力等核心额叶能力的一些关键方法：

1.策略性注意力：每天使用第04章介绍的“大象任务和兔子任务待办事项清单”。不要让自己的兔子任务（次要任务）变成大象任务（主要目标），从而在能产生最大影响的任务上投入的注意力减少。

（1）练习分类整理重要事情和琐屑小事。

（2）了解哪些决策需要投入最多的注意力，哪些可以投入的少一些。

（3）训练如何做出正确的重要决定。

2.综合推理：

（1）指导他人依靠自己的执行决策，获取智力资本。

（2）磨炼自己的辨别技能，知道什么时候搜寻知识在提升自己的深入思考，什么时候让大脑变得麻木，无法综合高层次的观念。

（3）开发大脑深入和拓宽的变焦智能，将自己不断扩充的专业知识同新出现的想法和批评结合起来。

3.创新：

（1）寻找新方向。

（2）开发创新观念。

（3）思考事情未来可能的发展趋向以及如何在竞争中保持领先。

发现者一代和寻找者一代正逐渐接近一场危机，因为他们所处的环境未能培养出那种能保证他们成为明日领导者的智能。小小的改变就能让事情出现转机，大脑将会获得令人印象深刻的成长。但这需要思考者一代和通晓者一代的灵活和理解，以确保他们能充分利用下一代的力量。

了解大脑

1.利用技术的积极一面来管理信息。

2.增强决心，改变信息超载和下载信息的习惯，泛滥的信息将会导致思维僵化。

3.不断挑战额叶的效率，屏蔽不重要信息，从而让最重要的想法占据更优先的位置。

4.不要仅仅是查询信息寻找答案，而要花时间深思熟虑地组合概念，产生新观念和解决办法。

5.参考有限几种信息源，更深入地思考其中的观念会如何影响自己的团队。（要确保信息源可信）

6.指导别人并被指导，增强执行能力技巧，以组织新的项目。

7.主动申请接受培训，做出领导决策，承担领导责任，从而增强额叶网络。

8.在每天结束时，反思自己所处的环境是如何激发或阻碍大脑创新能力的。

9.确定自己是否对获取信息成癖（痴迷于快速的交流反应），如果是，停止快而密集的信息交流，这会对你的思维生产力产生损害。

10.开发一种更有效的方法，让思维在会议和电话会议中更集中，将这些常常损耗大脑的时间变得更有激发性和调动性，进行创新性的观点交流。

09　思考者一代，46~65岁

年龄介于46岁到65岁之间的人属于思考者一代，又被称为婴儿潮一代。我将这一群体称为“思考者”，是因为他们倾向于认为自己能从一个非常特殊且与前代不同的视角思考问题。他们不一定亦步亦趋于时代思潮，而是成为一名独立思考者，勇于同时代流行看法相悖。作为一名思考者，他们属于最乐观的世代之一，真诚地期待经济状况和机遇会随着时间的进展而不断改善。他们也是最健康、最富有的一个世代，认为只要努力工作，就能改变世界和自己的生活水平。

同思考者一代相关的问题包括：

为什么你们对记忆问题的担忧超过其他疾病？

你们大脑的最佳表现时期是在过去吗？

你们会让自己的大脑过度劳累，或因日常的思维挑战而导致其筋疲力尽吗？

是什么剥夺了你们大脑的价值？

你能阻止自己的大脑表现水平下降吗？

怎样才能减缓大脑表现的下滑速度？

为了保证大脑的智能储备能在退休后一直持续，你需要做些什么？

60岁的迈克属于思考者一代，他是一名企业家，关于什么时候自己的智力和决策能力处于巅峰时期，他解释说，“我觉得同以前相比，现在的我能做出更好的决定。在我看来，这是学习和思考的区别。”他继续

说，“现在我的学习速度或许比不上年轻的时候，但现在我的思考能力提高了太多。而且即使学习时，我也知道怎么能学得更好。我喜欢解决问题——任务越复杂，我从挑战中获得的刺激就越强烈。如果是以前的我，面对现在处理的那些挑战肯定会觉得太困难，无法招架。”

迈克的感受生动说明了为什么我要将婴儿潮一代称为思考者。在思考者的大部分成年时期，他们要依靠自己改变和发明事物，成为各种观念、企业和方法的开创者。

或许你听过那个自大的即时世代大学新生和思考者的故事。两个人正坐在一起观看足球比赛，年轻人向思考者解释为什么后者所属的老一代无法理解自己所属的新生代。

“你们成长在一个不同的世界，几乎是原始、没有任何连接的世界。而我们这一代，在成长过程中有电子邮件、电子卡片、短信、iPhone、iPad、iPod、云存储——甚至还有电子汽车。我们不必和自己的朋友待在一起，就能随时保持联络。我们有无线连接、高速电脑，其运行速度比你眨巴一下眼睛还要快。”

当他停下来，“咕咚咕咚”大灌啤酒时，思考者逮住这个机会说，“你说得没错，孩子。我们年轻时没有这些东西……所以，我们发明了它们。而现在，你们这些骄傲自大，成天只知发推特的年轻人，又为下一世代做了些什么呢？”

这虽然并不是一个真实故事，但它清楚解释了我的观点：智能并不偏爱年轻的大脑。思考者的最新挑战是，持续保持大脑最高的表现水平，做自己大脑的CEO——认知首席执行官（Cognitive Entrepreneur Officer）。

■思考者的智力账户中有多少储蓄

思考者是一个矛盾体。他们无休止地工作——时刻同自己的家庭和职业生活保持联系。他们痴迷于努力工作，朝自己的目标前进——尽快退休，并保持自己早已习惯的舒适生活方式。

但现在思考者们面临两个左右为难的困境。最大的一个是你可能需要工作更长时间，由于错误的投资和疲弱的全球经济，你的很多金融积蓄打了水漂。第二个则是对失去自己的思维优势感到焦虑。大都会保险公司最近进行的一项研究显示，思考者一代排名首位的健康担心是记忆问题。[1]实际上，数十年以来，你们这一世代对记忆力下降问题——痴呆症的一种可能前兆——的担忧第一次超过了对其他健康问题的恐惧，例如心脏病、中风或糖尿病。我最近对几百名年龄介于46岁到65岁之间的思考者进行的一项调查显示，86%的被调查者认为自己的记忆力不如自己期待的那么好，而且经常出差错。

记忆是思考者一代想要改善的主要领域，这是很有意思的一个现象。记忆力之所以最受我们的关注是因为，当我们在日常生活中出现记忆力差错时，这种差错会成为一个生动的提醒者，提醒我们的思维并不是一个数码相机，轻轻一按某个按钮就能迅速呈现事物的本来面貌。记忆问题是思考者一代的大魔法师吗？

一天结束时，我们很少清点自己的大脑记住了什么——而是对于自己忘记的少量事情念念不忘。我们记住自己忘记的东西，真是有意思的一件事情！

■培养大脑健康

我问一些思考者，如果大脑能进行部分重构，他们会为自己创造什

么，或希望自己的大脑能做到哪些现在未做到的事情。我收到了下面一些回答：

·能力不会随时间流逝而逐渐退化。

·更多的记忆能力。

·学得更快的能力。

·付出更少的努力就能学会。

·更快的思维处理速度。

·关闭大脑的能力。

·分析能力得到改进。

·如照相机般精确的记忆力。

·有效管理压力。

·记住名字。

·思绪不要四处漫游。

·思维更严密精确。

·跟现在的一样，只要更快就行。

·更好的记忆力。

思考者一代总是积极挑战更长时间保持年轻的界限——无论是身体方面还是智能方面。现在的60岁是新的50岁——甚至是新的40岁。广告业助长了这种自我意识，各种电视广告大声宣扬：“购买该产品，能让你

的大脑年轻5岁……10岁……甚至是15岁！”

随着年龄的增长，通过外表评估年轻状态是很自然的事情。现在这种“阻止衰老”的偏见已经开始影响你对自己大脑的看法。思考者认为自己大脑的最佳时期是在过去，是有确实原因和科学证据支持这一看法的。但是，对这一观点不要过度信任——还记得我说过大脑研究被推翻的速度有多快吗？无论如何，在反驳之前让我们先来考虑一下这些证据。

例如，看看图9-1这些表现认知下降状态的灰暗数据。

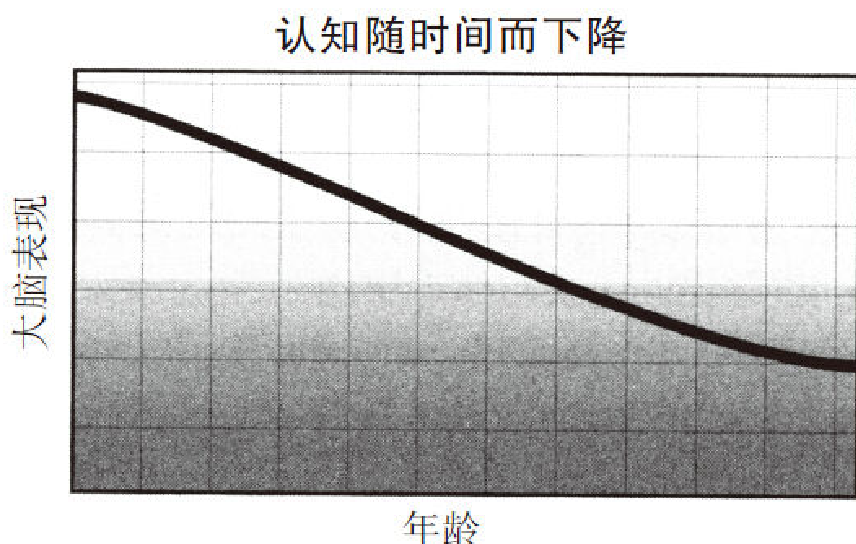


图9-1　认知曲线

思考者一代丧失智力资本的速度是否太快，以至于无法扭转大脑的损耗趋势？

认知下滑曲线仿佛经济大萧条时期的道琼斯指数走向。如果这种趋势是真的，作为一名思考者，你将以一种根本无法阻挡的速度丧失自己的智力资本！正如测试显示的，部分认知领域的巅峰时期是在20岁末到

30多岁。这一大脑表现的巅峰时期也正是丰富额叶网络达到成年人成熟水平的时期。

当我向思考者们展示认知能力曲线图中的尖锐下滑时，他们大为惊诧。面对大量研究断定他们的认知能力正在丧失，利用智能的能力变得越来越低效，他们不免有些畏缩了。

事实上，认知科学家进行的大量研究表明，在我们40多岁的时候，基本的认知能力就开始下降了——比思考者一代中最年轻成员的年龄还要早。[2~3]而这种持续且无法阻止的丧失会随着时间流逝而累积更是让思考者们坐立难安——尤其从这么早的年龄就开始了——要知道人类现在的寿命已达到了前所未有的水平。但这种认知能力的下降背后有大脑变化的支持。来自大脑影像研究的数据证明，思考者一代和通晓者一代（年龄超过65岁的人群），其大脑结构和功能会随着时间的流逝而经历极大的变化，这些变化可以抵消认知损失。[4~5]对高级思维能力起关键作用的额叶皮质，从相当早的成年时期即已开始收缩，脑灰质减少，其顶峰时期为20岁到30岁。实际上，随着年龄的增长，前额脑区在脑容量、大脑血流量以及新陈代谢水平方面都会表现出减少降低趋势。[6]

一些调查衰老人群大脑变化的研究，分析了大量核磁共振大脑扫描影像资料，试图对大脑反应的不同模式做出解释。有些人认为思考者或年龄更大的人要想达到同年轻人相同的认知表现水平，大脑必须更努力地运行。人们可能需要更多的思维努力，有效利用更多的“大脑肌肉”来保持表现水平。

研究人员认为，年轻人能比老年人更高效地利用自己的大脑。[7]也就是说，完成同样的任务，他们需要利用的大脑更少，而老年人需要激活更多的脑区。这种转变的潜在含义说明，或许思考者一代为了弥补大脑

损失和认知下降，正在重构自己利用大脑的方式。如果这种认知丧失的不祥之兆就是事情的全部真相，我为什么要将一个大脑能力在走下坡路的群体称为“思考者一代”呢？

我常常问那些年龄超过50岁的人，“现在做的事情，你20年前，或10年前可以做到吗？”像迈克一样，大多数人会诚实地回答说，年轻时的他们无法解决现在处理的这些复杂问题。你的回答会是什么？

如果这种认知下降就是事情的全部，我会把这个群体叫作“放弃者”——放弃了大脑资本。虽然这些数据是真的，但我认为对数据的解释则是有缺陷的，需要进行重新思考和进一步的审视。

为了表明自己的观点，我问了这样的问题，“如果你认为大脑表现巅峰时期是在二三十岁，你最近是否同即时世代或发现者一代在一起待了很长时间？”请理解我不是在羞辱拥有巨大潜力的年轻世代，我只是想让人们重新思考客观呈现大脑智能的方式。社会对于什么是聪明的概念已经过时了（见第01章）。在本书中我多次重复这一观点，就是为了引起读者的注意。设立智商测试是为了保证有学习问题的学生能得到必要的干预。但现在对智商测试的解释被吹嘘过头，重要性被夸大，这种测试的局限会妨碍我们设想人类思维所拥有巨大潜力的方式。

智商测试所产生的坏处甚至可能大于其益处。正如罗宾逊在《创意自由》（Out of Our Minds）中所言，人们对智力能力的流行看法正变得越来越狭隘，其他智力能力要么被忽视，要么被低估。在传统意义上使用智力这个词语，不能准确反映大脑随着经验的丰富和广泛接触生活中新的复杂问题，深入思考能力和创新能力都变得愈加强大这一事实。

与大脑效率有关的研究发现，以及不同年龄群体之间的差异表现，正处于相当早的探索阶段，需要进行非常谨慎的阐释。[8]实际上，大脑更

为集中的激活在某些研究中被认为是一种缺陷，在其他研究中则被认为是一种提升。例如，研究表明，当人们进入被称为轻度认知障碍的老年痴呆症早期阶段时，其大脑在激活方面表现出显著的增长。[9]当将这些人同符合老年痴呆症标准的被试相比时，患有痴呆症的小组不论是同正常小组相比，还是同轻度认知障碍小组相比，其大脑激活都要少很多。问题的核心在于：认为较少的大脑激活或者更好或者更糟的说法，在很大程度上依赖于许多个体因素。

对于不要盲目接受思考者一代的大脑正处于一个下滑阶段而非成长阶段的警告，同这些数据大部分是从横断面研究而非历时研究中搜集而来的有关。[10]历时研究会在一段时间内跟踪相同的个体，而横断面研究则是在某个时间点对比不同的年龄群体。想象一下如果我们在2020年对比即时世代、发现者一代和寻找者一代，以及思考者一代和通晓者一代之间的认知功能，我们可能会犯的错误。大脑可以根据其在不同年龄阶段的利用方法进行神经元上的重构，因此你可以想象每个世代之间将会有多么巨大的差别和不同经验。[11~13]对于这些差异，除了年龄以外的其他各种变量都具有相当大的影响。想一想当前世代对技术的使用如何让他们形成了跟其他世代非常不同的大脑。[14]

我的大脑健康研究小组和其他研究人员正在颠覆大脑认知能力随着年龄增加而下降的看法，以认识并培养大脑更丰富的潜力——额叶的全部潜力。想想在一名思考者和一名发现者（年龄介于26到30岁）的知识储备中，帮助他们解决问题的信息数量和类型会有什么不同。很少有人会不同意，发现者储存的事实和经验要少得多。一个储有丰富信息的大脑极有可能能激活更多的脑区，因为它能获取储存于各个大脑区域中的大量连接。

美国心理健康研究所衰老中心负责人，华盛顿大学人类老化及健康

人类研究中心主任吉恩·科恩曾评论说，一个年龄更大的大脑或许代表着一个网络连接更充分的大脑。如此说来，思考者的大脑为了完成任务，或许能够跨越不同的区域和两个脑半球，积极地进行元素综合。思考者的大脑跟年轻人的大脑相比，拥有内容更复杂、信息分布更广泛的大脑网络，或许能部分解释这一点。处理重要任务时，思考者一代会比即时世代或发现者一代调动更多的激活脑区。

随着年龄的增长，人们出现大脑并发症的风险会加大，这些并发症会损害思维，影响超过一些增龄性变化，如老年痴呆症。研究者怀疑，以往对认知衰老进行的研究可能包含了一些处于老年痴呆症极早期阶段（虽然症状没有外现，脑细胞的丧失也会蔓延开来）的实验对象。研究者需要仔细筛选并排除受试群体中患有大脑并发症的例子。否则关于大脑在老年时期的丰富进步潜力，研究可能会导向一些错误的解释。

正常衰老的大脑不一定会丧失前额皮质中与利用知识和专业技能相关的连接。

■前景越来越充满希望

纽约西奈山医学院的一个研究小组发现，一种负责处理长期知识和专业技能的大脑连接并不会受到正常衰老的影响。[15]

以贝特西为例，她今年62岁，是一家大型投资公司的主席。她非常担心自己思维水平下降的问题，过去8年尤甚，因为在这段时间她的家庭渐渐为老年痴呆症的阴影所笼罩。贝特西抱怨说记忆问题让自己很苦恼，需要花相当长的时间吸收信息也让她非常沮丧。她说，自己仅仅为了获得信息的主旨大义就需要读5~6遍。

同许多人一样，贝特西并不是唯一感到担心的人，同事和家人也提

醒了她的一些记忆不足之处。贝特西说，“我的记忆力一直都有问题。但现在似乎越来越明显了，我需要大量阅读，搜集有价值信息的速度却越来越慢。跟那些能一下子记起各种事实的同事相比，我感觉自己处于劣势，但我的分析能力仍然非常优秀。”她坚持自己仍“能独当一面，对信息进行筛选，去粗取精，从会议记录中提取核心问题，水平甚至比五年前还要好”。事实上，贝特西也因其发现关键问题的敏锐触觉受到认可。

那么，她的大脑健康检查结果如何？在标准认知测试方面，贝特西的记忆力非常令人担忧，低于正常标准三个等级。她在信息的处理速度、集中力以及注意力方面也都大大低于正常水平。

同极低的标准测试表现水平形成鲜明对比的是，贝特西在三种核心额叶领域的表现超乎寻常，即策略性注意力（第04章）、综合推理（第05章）和创新能力（第06章）。在策略性注意力方面，她属于强大的策略性注意力者——快速学习者（特征见第04章描述）。她在第一次试验中就能立即采取一种有效的策略，并在第三次试验中继续使用。实际上，在第一次和第三次试验中，她在记忆重要内容和彻底屏蔽不重要信息方面的表现堪称完美。这么迅速且有效地运用高级筛选–专注策略，在她较低的记忆能力表现背景下，显得尤为令人称奇。

策略性注意力检测还评估了她的短时记忆能力。贝特西的记忆容量要大大低于多数思考者一代。即便如此，她的表现仍超过了大多数人，一开始即表现出近乎完美的额叶把关策略能力。也就是说，她能对自己的记忆扬长避短，自发采取策略，从一开始即记住最重要的内容。鉴于她有着严重的记忆问题，贝特西高水平的策略性学习能力甚至让我都感到很吃惊。

在综合推理方面，她在丰富的知识储备背景下对新信息进行解析，

从而构建综合意义方面的表现水平一般。除了耀眼的策略性注意力表现水平，贝特西的创新能力也令人印象深刻，她能在完成三个任务的过程中得出大量高水平的创造性解释。不过对于一些同数据检索相关的特定问题，她的作答能力非常低，再一次同严重的记忆问题相吻合。

贝特西问我，“每天都让我饱受困扰的严重记忆问题，怎么能同高水平的复杂策略性思维能力并行不悖呢？”她继续说，“在会议上对下一步的最佳措施进行总结，在这方面我从未失手过。我的团队要仰仗我下达一些宏观策略。但是，对于以前发生的事件细节，我的记忆能力远远劣于其他同事。不过，我仍感觉我的大脑在决策功能方面仍处于最佳状态。”

我必须承认，我从未见过有人在三种额叶功能都处于极高水平的同时，记忆能力却如此低下。但令她惊讶的是，除了建议让人在会议期间做好记录，这样她以后考虑执行措施时可以回头复查外，我的建议并没有侧重在增加她的记忆容量上。

相反，我给了她一些具体的策略，增强将分散的观念成功联系起来，从而得出最佳应对措施的能力。我同时还建议她适时休整，充分利用沉默期间的大脑智能，培养自己高水平的策略思维能力，产生一些深思熟虑的原创想法，在即将到来的会议上引导讨论。根据现有的一些研究发现，我告诉贝特西，如果她不断增强自己的综合思维能力，其益处极有可能惠及她的记忆能力。因此我建议在监测她的综合思维能力是否提升的同时，也对记忆力方面的进步进行监测。另外，我发现她在过去几年没有抽时间进行积极的身体锻炼，因此我强烈建议她每周至少运动三次，每次一小时左右。我的研究小组曾发现那些经常运动的思考者一代记忆功能出现显著改善，记忆区域的脑容量也大幅增加。

■思考者一代的智力资本

思考者想要第一个知道如何增强自己的智能。你需要避免哪些行为，以确保自己不会将不必要的努力浪费在不重要的领域中？你的额叶功能正在发生什么？怎么才能对你最大的资本和天生资源——大脑进行开发和投入？

关键认知能力可以随年龄增长保持不变，甚至得到增强。

显然，某些认知功能会随着年龄的增长而出现下降，但现在我们需要辨别的是能保持不变，受损后能恢复，甚至得到加强的关键认知功能。

思考者想要了解：

·自己积累了多少智力资本？

·最好的大脑投资是什么——哪个领域能产生最大的效益？

·如何才能两手准备，确保自己的智力储蓄分配平衡，以抵御潜在的危险和智能损失，预防认知下降？

·哪些思维活动只是浪费时间，而不能增强脑力？

■增加思考者一代的智力资本

思考者一代，不要绝望。新的研究发现表明，你们拥有巨大的潜力。在动态的复杂认知处理方面，你们拥有巨大的潜力，可以跟自己年轻时一样敏锐，甚至更加敏锐。你们认为大公司的总裁大部分处于哪个年龄阶段？如果思维能力在年轻时处于顶峰，那么大多数总裁应该是年轻人才对——对吗？

世界500强企业总裁的年龄大部分处于思考者一代，40岁及以下的几乎没有。

认知[16]的陡峭下降曲线并不等同于现实生活中思考及处理危机问题的能力。大多数认知衰老研究所使用的认知测试，不能反映承担随年龄增长复杂性增加的责任所需的智力能力及潜力。我的研究小组以及其他研究人员发现，如果身体保持健康，年龄因素在认知变化只占很小一部分比例。

因此，当弗吉尼亚大学心理学系研究认知衰老的著名专家蒂莫西·萨尔特豪斯（Timothy Salthouse）提出年龄对认知损失至多只有20%的作用时，我没有感到很惊讶。同最近新兴的认知可以随年龄的增加而增长的观点一致，我发现思考者认为自己在复杂认知功能——处理日常任务所必需的——方面的最佳表现时期是在现在，而非过去。

检查一下你对自己高级认知功能最佳表现时期的看法。填写下面我们同大都会人寿保险公司共同开发的问卷调查，用来评估人们如何看待自己的大脑状态。

看看在以下领域，自己什么时候的表现最好（见表9-1）。

表9-1　大脑状态评估问卷调查

	过去	现在	将来
1. 思考某种情形可能会产生的好结果和坏结果			
2. 利用来自不同领域的信息，想出解决问题的新方法			
3. 虽有反对观点，仍朝一个共同的目标努力			
4. 积极地获取知识，做出复杂决策			
5. 为了实施某一设想，组织协调所需步骤			
6. 对自己的决策感到自信			

现在将你的回答同最近一组参加调查的思考者（年龄介于46至65岁）的回答对比（见图9-2），他们参与的是大都会人寿保险公司于2011年——婴儿潮一代进入65岁的第一年——组织的一次网上调查。[17]

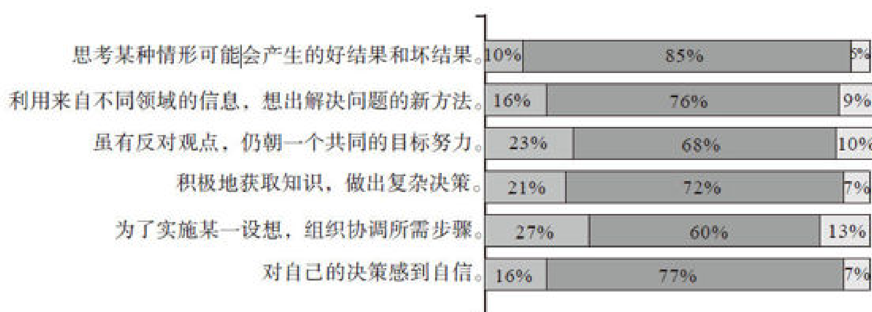


图9-2　整体（婴儿潮一代）

正如你可以从上图中看到的，思考者一代中的大多数人都认为自己动态流动思考能力的最佳表现时期是在现在——或期待在未来几年得到改善。认为自己大脑的最佳表现时期在过去的人极少。我们将这些调查条目挑选出来，是为了引导个人反思，关于思考者如何看待自己在关键额叶功能——推理、学习、计划、适应以及决策自信等方面的最佳表现时期。你能看出来其中明显省略了记忆。在大脑健康中心早前对600多

名成年人进行的研究中，思考者总是回应自己过去的记忆力更好。记忆力很重要，但一个人如何策略性地处理信息比能记住多少信息更加重要。你是想迅速记起一个模糊的日期，还是知道如何跟父母的医生交谈，帮他们获得恰当的治疗？

作为一名思考者，你们的内心可能有些冲突。当被问到自己的大脑在什么时候最敏锐时，你们一般都会说至少10～20年以前，说明你们认为自己大脑的最佳表现时期是在过去。但上面的问卷中，你们中的很多人又说是现在。然后你们列出了自己年轻时进行决策的一些特点：

·年轻时很少慎重权衡行动的利弊方面。

·很少思考事情是如何进行的，以考虑新的解决办法。

·不会通透思考别人的想法是怎么产生的。

·除了感觉糟糕，不会真正地去思考错误——如何从错误中学习。

你们中只有很少一部分人认为自己大脑的最佳表现时期是在过去。当我将年轻一些的婴儿潮/思考者一代（47～53岁）同年长一些的婴儿潮/思考者一代（60～65岁）相比较时，我发现在“为了实施某一设想，组织协调所需步骤”这一问题项中，二者的回答有很大不同。在较年长的一组中，近40%的人认为，在设想并完成某一目标这种动态能力上，自己的最佳表现时期就在过去，也就是更年轻时。我能理解为什么可能确实如此——随着年龄的增长，我们或许会变得越来越不愿面面俱到地处理各个烦琐方面，以完成某一重大任务。或许我们习惯了将事情委派出去，在确保所有必需步骤都完成方面渐渐丧失了自信。

总的来说，来自1000多名婴儿潮/思考者一代的回答，反驳了思考者一代中的大部分人都感觉自己在同日常生活息息相关的动态推理和问

题解决方面能力不足的看法。你们似乎对自己在以下方面的认知能力颇为自信：

·处理新事物。

·高效积累新知识，需要的不仅仅是处理以前学到的东西。

·从积极方面和消极方面灵活权衡结果。

·做出恰当的决定。

虽然对自己拥有充足的智能评分颇高，但重要的一点是，思考者一代不要松懈，满足于大脑功能的现状。正如美国著名的商业顾问、演讲者，《从优秀到卓越》（Good to Great）一书的作者吉姆·柯林斯（Jim Collins）所言，“优秀是卓越的敌人”，这指的是在商业经营中，如果企业满足于现状，认为自身已足够优秀，就会无法完成向卓越的转变。[18] 再也没有比大脑功能更适用于“优秀是卓越的敌人”这句话的了。你们的目标应该是让大脑能力超越足够这一水平，不断认识到增强和提升自己智力资本的需要，并坚持付诸行动。

■智力资本的强度评估

多年来，思考者一代每年都会进行身体检查，据未来研究院2008年发布的一份报告称，婴儿潮一代是美国历史上身体最健康的一代人。[19]“有氧健身法”一词起源于思考者一代早年的关键成长阶段。但这种对健康的痴迷主要集中于身体健康，因为很长时间以来我们一直不知道大脑健康和智力资本还能通过努力得到提升。

思考者对健康的观念停留在脖子以下。

作为思考者，他们总是第一个提出问题的人，说自己想要知道关于

提高大脑健康的所有事情。但另一方面，他们对于新信息的接受又相当滞后，主要是对记忆问题可能意味着什么这一深植于内心的担忧所致。而且，他们还紧紧抓住“不知道的事情就不会伤害自己”这种想法。他们仍然普遍认为自己的智力在很大程度上是固定，不可改变的，但这是一种被坚持了太长时间的错误看法，对那些被告知自己的智力处于中等水平的人造成了有害影响。

他们不应该被担忧僵住了脚步，而应该从现在开始，坚持每天都对自己的大脑健康进行投入。研究发现带来的消息是充满安慰且极具说服力的。根据大脑健康检查的结果，我们发现思考者一代在三个关键认知领域的表现水平都相当不错：

·策略性注意力。

·综合推理。

·创新能力。

在策略性注意力领域，思考者的表现优于寻找者一代（比他们年轻的一代）和通晓者一代（比他们年长的一代）。他们能自发地采取策略，屏蔽无关信息，让学习效率变得更高。但经过练习，所有三个小组都学会了高效应用策略，改进学习。

不过我还要插说一句，并不是所有的思考者的大脑表现都相当优异。有些人的认知表现能力保持得比其他人更好。群体数据会模糊，同时既会低估也会高估个体的表现。近30%的思考者在策略性注意力方面存在弱点。思考者在综合推理和创新能力的认知稳定性方面也呈现出相似的群体面貌。也就是说，思考者似乎保持了综合意义和产生大量创新想法的能力。在两个领域中，都有30%的人表现水平较低，但呈现较低

能力的个体在三个领域中并不是一样的。正如预料的那样，记忆表现水平要低于核心认知能力的表现水平。确定哪些领域可以通过努力改进，可以给大脑健康锻炼和培训开发提供有益启发。

布莱德就是一个需要调整大脑健康平衡的思考者的例子。他是一名55岁的企业家，在哥伦比亚大学获得工商管理硕士学位，创建并管理了20多项新投资和企业。他说自己的集中力有了一些变化，不能像以前那样集中注意力很长时间，但他感觉自己的思考深度要比以前更好了。他认为自己能够提取必要的商业信息，决定各种不同的风险投资是否可行。而一旦深入且透彻思考好了大战略后，他就能熟练地在大脑中形成具体步骤，实施设想。

在大脑健康检查中，他的三种核心额叶功能表现出一些颇有意思的模式。在策略性注意力方面，他的前两次测试几乎达到最高水平。他能挑选出最重要的条目，屏蔽掉无关信息。但在第三次测试中，他的表现却一落千丈，变得毫无策略性，毫无区分地挑选重要信息和无关信息来记忆。他从一个快速学习–强大策略性注意力模式的应答者变成了一个无策略性、策略低效的应答者（试图记住所有事情，不会应用策略，不能将注意力集中在特定信息上，同时忽略其他相关性较低的信息）。一个人的表现滑落得如此突然，并不是一种很常见的情形，显然布莱德的工作记忆超载了。正像他自己承认的那样，他的注意力集中时间在过去这些年一直在缩短，但状态好的时候就非常好。为了克服这种缺陷，我们给他的建议是进行策略性思考活动时，经常停下来休息一会儿，以保持较高的表现水平。

在综合推理方面，他更依靠表面的信息输入，而不是从自己以前积累的丰富知识储备中构建新颖而综合的观念。他的这种额叶功能非常脆弱，很有可能需要一些调整，以确保不会发生更多的下降。但与此形成

鲜明对比的是，布莱德在创新能力方面的表现令人印象深刻。他表现出优秀的思维灵活性，能够提出多种问题解决办法和丰富的阐释。他可以在自己大脑的信息筛选功能出现漏洞时保持注意，然后暂停工作，让大脑休息一会儿，从而继续增强对大脑的投入。

■平衡大脑认知能力

思考者一代最大的财富是每年都会持续增加的、深刻的知识经验积累，条件是要保持思维活跃。这种年复一年的大脑进步能够建立并保护他们的智力资产。

■对认知财富进行保值

认知神经科学家对于思考者一代怎么提高自己的思维敏锐性的认识越来越充分。这些研究发现能帮助思考者一代确定自己需要采取的措施，以做出最好的投资，获得大脑认知健康水平提高的回报。

看看比尔·盖茨、赖斯、比尔·克林顿和希拉里·克林顿——所有这些思考者们仍在努力攀登，向着智能巅峰进发。事实上，作为一个群体，思考者一代的智能完全可以持续培育和发展，在未来的很多年内保持健康的认知功能。

思考者们，请注意：你们可以通过增强自己的额叶能力——这些能力在更年轻的时候很难掌握，甚至完全不可能——来滋养和改善自己的思维生产力。额叶功能是增加智能资本的一种充满希望的途径。

随着年龄的增长，人类的额叶功能可在好坏两个方向发生变化。玄机就在于这些大脑网络必须保持锻炼和发展，以保持高水平的能力。你越多调动这些丰富的信息连接，就越有可能保持和提升更高的智能，增强复杂的大脑网络。俗语所云“不用的大脑会生锈”也适用于额叶功能。

思考者：改变自己大脑健康的命运，建立认知储备，修复损失，甚至延缓在你看来不可避免的认知下降，只要你能经常——甚至每天——练习健康的大脑习惯。

■增加对策略性注意力的投入

让我们面对这一现实：随着年龄的增长，记忆力将变得越来越脆弱。你不能学会或记住所有事情——也不应该这么做。哪种形式的学习可以培养更多韧性，并能持续更长时间？作为一名思考者，你可以通过持续掌控自己的策略性注意力来增加自己的智力资本。随着年龄的增长，人们应该对于什么该记住，什么该舍弃变得愈加娴熟。思考者应该积极且策略性地评估什么是该学习的，什么是该屏蔽的。改进大脑在这方面的表现将能让大脑在学习和记忆方面变得更高效。

以伊薇特为例，她今年57岁，是一个非营利组织的高级主管。在综合推理和创新能力的测试方面，她的得分很高。在综合推理方面，她在基准评估中表现出非常强健的功能。她能够从新信息中综合意义，并将其运用到更广泛的情境中。在创新能力方面，她表现出非常强大的智力能力，能够提出创新性的观点。

但她的策略性注意力却赶不上其他额叶功能的水平。她需要提升自己对信息进行策略性把关的智力能力。她试图像年轻时做到的那样吸收一切信息，让自己的大脑备受煎熬。而现在她试图吸收的那些汹涌信息正在剥夺她的智力能力。同前面介绍过的贝特西不同，伊薇特的记忆容量高于正常水平。她的问题在于试图接收一切内容，从不筛选排除任何信息。她对屏蔽无关信息感到困难。通过对伊薇特进行策略性注意力三种智能的训练——无的智能、一的智能以及二的智能——她变得能够策略性地处理关键信息，屏蔽不重要的信息，这是在她所处的高压工作环

境中获得成功所需要的一种核心技能。

增加对综合推理的投入

思考者总是对恼人的记忆差错过于在意。在贝特西的例子中，她的担忧已不仅仅是单纯的烦恼，但所幸的是记忆问题并未影响她的决策能力，至少目前还没有。为了增加智力资本，一些核心记忆能力如果得到恰当投入，可被保持甚至提升。人们总想立即知道自己哪部分记忆力能变得更好。大脑在记忆抽象的大观念的时候更高效，记忆低层次的细节内容时更低效。这些宏观的观念——更深刻、综合的意义——能被更牢固地存储和记起。

人们看重照相机般的精确记忆力，这种记忆在年轻时更强大，但这种准确的记忆力并不等同于拥有强大的智能。也就是说，知道得更多，并不能让你成为一个更高效的领导者。思考者或许并不能牢牢记住会议、文章或演讲中的一些具体细节，但他们应该会在记忆更重要想法和方向方面变得越来越好。

在构建普遍、综合意义的能力方面，思考者要优于即时世代、发现者、寻找者和通晓者。

我的一个属于思考者一代的朋友，是一家相当成功的法律事务所的合伙人，他最近同我分享了自己对年轻人大脑和年长者大脑之间差别的看法：“我很高兴你让我明白了我和我的大脑发生了什么。我曾一度对自己的思维能力评价颇低。我以前能记住跟案件相关的每个细节和决定——现在我却失去了这种自己非常看重的能力。我们律所最近聘用了一些头脑灵敏的年轻律师，他们头天晚上把文件带回家，第二天就能告诉我需要的每一个信息。他们就是我身边的记忆小团队。”

然后我问他，“但他们能像你一样撰写案件提要吗？”

他头向后一倾，眼里带着一种明知故问的表情，回答说，“你开玩笑吗？差得远呢！他们甚至不知道从哪里入手进行案件辩论。他们不能联系以前的案子，从中提取相关的辩护点。”

那不就结了！思考者能提取大概念，知道需要哪些细节来支持主要论点。但对于正处于发展过程中的年轻人的头脑来说却并非如此。思考者如果能够继续在复杂思考上进行投入，就能继续变得更聪明。

还记得贝特西吗？她有着很糟糕的记忆力，综合推理能力却极其强大。我根据自己的研究，建议她继续努力增加自己的智力资本，但不是通过增强较弱的基础性记忆力，而是加强并培养自己运用知识，灵活综合所学新内容并对其进行扩展创新的能力。当这些能力得到加强后，我有很大的把握她的记忆力也能得到改善。另外，我还告诉她改善记忆力最有效的方法之一，就是在固定的地方将自己需要记住的东西记下来。

还有罗杰，他快50岁了，是一名中层管理人员。罗杰对自己大脑的认知功能并不担心，但他希望知道自己在某些领域是否需要改进。我第一次见到他时，他讲述了自己大脑会出现一些小差错，解释说可能是由于“工作中思维处于一种持续超负荷状态”。他每天的日程中塞满了一个接一个的会议，他常对涌到自己面前的信息感到分身乏术。

在大脑健康基准评估中，罗杰在策略性注意力方面的表现稳健。他能屏蔽干扰，将注意力专注在重要信息上。但在综合推理方面，他很难超越表面的事实，综合出抽象意义。当我鼓励他采取一种更加宏观的视角时，他的观点变得更浅显了——大脑处于自动运行状态的标志。他无法扩大视角或拓宽、深入视角（见第05章）。通过练习和综合性的大脑提升训练，罗杰能够改变大脑的发展路径。但我一直没等到罗杰回来进

行再评估，看他是否接收了大脑训练挑战——或许这不是一个好迹象。

正如你的身体健康一样，不必非要等到出了问题才开始采取措施提高健康水平。三种核心额叶功能——策略性注意力、综合推理以及创新能力，需要经常锻炼，才能保持优秀的工作状态。

■增加对创新能力的投入

虽然人们倾向于认为一个人要么天生拥有创新能力，要么没有，但你在第06章已经了解了，人拥有巨大的潜力，每一年都可以变得更创新。但思考者一代在任由创造性思维荒废而非坚持磨砺这一重要能力上责任尤大。

作为一名思考者，将自己的问题归因于记忆力，或许会让你错失窃取自己大脑智能的真正罪魁祸首。

以玛丽为例，她今年62岁了，每周因工作出差2~3天。当我第一次见到她时，她用“还好”形容自己的记忆力，但很担心一些缺陷正对她完成日常任务的能力产生有害的影响。对于曾经非常热爱并让自己充满活力的工作，她正在逐渐失去热情。在测试中，她显示出强大的策略性注意力和综合推理能力。在这两个认知领域，玛丽的大脑表现异常出色。但与此相形成对比的是，她的创新能力则有些反常，显得僵化。环境因素正在压制为大脑提供动力的创造性思维。由于压力超负荷，她的大脑疲于待命。信息一波波不停涌来，责任持续增加，无休止的出差，由于需要管理遍布世界各地的项目而不断调整时差，她的大脑负荷超载，处于一种过劳和自动运行状态。她在突破常规工作方法，想出新观点和新创意方面有些力不从心。她已不再扩展自己的创新思维，革新事物，因为单是完成繁重的工作日程就已耗尽了她的全部精力。我们会继续给她提供建议和策略，帮助她恢复自己的创新智能。人的创新潜力会休眠，

否则可能会被暂时削弱（亦即“压力损伤”）。

这些例子显示了不同环境下智力能力的差别。每个人都拥有这种能力，却不知道如何汲取大脑这口井中的水源，让自己的认知潜力达至最大化。

在最近一项关于思考者进行大脑训练和身体锻炼的随机研究中，我们发现，创新是在大脑训练中进步最大的一个领域。我们还发现创新能力的进步增加了被试对自己认知能力的自信，甚至在没有临床治疗的情况下，抑郁症状也出现了减轻。

提高创新思维将会成为增加智力资本最有前景的投资之一。

■智力储备可在退休后继续保持正常吗

大多数思考者都生活在身体寿命会超过思维寿命的担忧之中。老年痴呆症的前景令人感到恐惧，据估计在80岁以上的老人中，有1/2的人患有某种形式的老年痴呆症。思考者一代看到自己的父辈中有越来越多的人要同思维功能的丧失做斗争，也曾目睹智能丧失所带来的巨额经济负担。思考者一代不得不进行干预，帮父母做一些复杂决定。在一些案例中，由于年迈父母认知退化产生的花费，导致一些思考者背负上沉重的经济负担，甚至入不敷出。

■思考者一代的大脑经济学

同长寿相关的经济问题是个人和公共政策专家极为关注的一个问题。能有足够的钱支撑正在接近退休年龄的大量思考者一代的生活吗？尤其是如果他们的大脑健康状况致其无法独立生活并进行个人决策？

一直以来，思考者一直满足于充分生活于当下，充分利用面前各种

令人惊叹的机遇。他们在这个世界中如鱼得水，在学业上获得优秀的成就，奔波于世界各地，快速爬升商业的成功阶梯，在工作和谋生技能方面进行自我重造，对于迁移完全接纳。这些成长和变化的巨大前景，对于以前的世代来说，是很少有机会追求或实现的。

他们最近才开始对自己的未来及其生存进行思考。他们的担心主要集中在能不能如己所愿尽早退休，一般是在65岁或更早。也就是说，他们最焦虑的是有没有经济来源保持自己早已习惯的生活方式。

不论年龄多少，如果得到恰当开发，认知资本都是我们最大的自然资源（见第07章）。但思考者很少考虑自己是否拥有足够的智力能力，支持独立生活和个人决策。之所以存在这种思想空白，是因为他们认为自己生来具有某种水平的智能和智力，并会一直拥有。如果认为智能能改进，他们早就不遗余力地进行了。

思考者还有一种同大脑经济相关的个人经历，即孩子一辈迟缓的智能发育所产生的高额经济成本。他们常被称为“夹心一代”，因为不仅要赡养年迈的父母，还得抚养大学毕业得越来越晚的孩子。大学学费创下历史新高，教育孩子是一笔巨额花费。如今，年轻人大学毕业后“家里蹲”的数目创下历史新高，因为能力不足，再加上就业市场不景气，他们找不到能自立的工作或维生方式。

思考者一代对自己的思维能力一直都很有自信。这产生的后果就是，他们从未停下来想一想，意识到自己的智能或许需要得到即时且持续的关注。他们可能没能为一个可持续的大脑未来建立必要的储备。思考者一代的大脑经济状况正在快速下降。也就是说，思考者本身隐蔽的认知下降可能导致的经济成本，可能会比他们为父母和孩子付出的加起来还要多。

以巴特为例，他今年52岁，最近丧妻，是一名全职律师，是三个孩子的主要监护人。我见到他时，他说自己生活在“过劳”状态中，经常“逼近极限”。

他说自己入睡困难，每天平均只能睡2～4个小时。为了对抗持续性的疲劳，他每天要喝8杯咖啡！虽然每天挤出时间锻炼身体，饮食也相当健康，但日复一日的疲累仍对他的健康造成了损害。缺乏睡眠，再加上个人生活和工作的压力，导致他产生了一些情绪问题，例如抑郁、焦虑和惊恐发作等。

在进行大脑健康检查前，巴特说自己的记忆力非常糟糕，很难集中注意力，组织自己的想法，并用清晰的语言表达出来。在他的检查中，我们发现他确定信息主要意义的能力很强，但表达这些观点的语言却支离破碎，缺乏足够的支持性信息，让人很难理解他想表达的意思。

对于思考者一代来说，现在正是培养他们智能的关键时期。这么做不仅能改进他们现在的大脑功能，还能增加他们的认知储备，延缓认知衰退。重新阅读第05章，以更充分地认识并拥抱自己的巨大潜力，以及经常进行一些诸如综合推理的复杂思维活动所能对大脑健康产生的巨大益处。他们将会增强并保持高水平的认知表现。他们的大脑将会从整体上变得更健康，大脑血流量增加，脑区之间交流增多，脑突触增强。

他们需要采取的一些益于大脑健康的习惯：

·梳理自己生活中发生的事情，找出掌控自己大脑功能的方法。找出是什么让你变得低效并消耗了脑力，并想法减轻造成损害的事情的影响。

·经常练习信息把关能力。每天确定任务的优先顺序，并想法将任务

委派给他人或淘汰掉。

·虽然你渴望能对问询和交流做出即时回应，但需要注意的重要一点是，效率可能会成为卓越的敌人。处理信息和回复邮件时花时间仔细考虑。做复杂决定时，留出一定的时间酝酿，能产生更好的结果。

·尝试每次只专注在一件事情上，尤其是在处理复杂问题的时候。嘈杂的环境将会对记忆细节信息以及创造性解决问题和排除故障所需的深层思考产生负面影响。

·花时间仔细思考信息，并将其总结成最重要的观念。确保你写下来的内容是高层次观念和相关细节之间的平衡。考虑到我们要面对的巨大信息数量，将重要的宏观观念写下来会很有帮助，这同样适用于接收的细节层面的重要信息。并非每个细节都重要，但关键细节值得记下来，尤其处理大量信息时更是如此。

你还在等什么呢？对于自己的大脑健康命运，你本身拥有巨大的控制能力。如果你是一名思考者，那么从今天开始提升自己的智能吧。

了解大脑

1.当思考者对自己的额叶认知功能比对记忆力投入更多时，将会收获最大的投资回报。

2.思考者正在失去快速处理新信息和储存及记忆资料的能力。

3.思考者拥有不断增加的潜能，成为高效的信息筛选者，辨认最重要的概念，屏蔽不重要和不相关的信息。

4.思考者可以通过扩展自己从大量信息输入中综合较大观念的能力，逆转大脑记忆力下降的趋势。

5.如果经常对创新能力进行锻炼，思考者一代的创新能力应该比年轻世代更强。

6.在世界500强企业的总裁中，思考者一代是数量最多的年龄群体。

7.思考者对健康的观念应同时集中在身体健康和大脑健康上，甚至更多集中在大脑健康上。

10　通晓者一代，66~100岁以上

如果你的年龄超过65岁，那么你就属于通晓者一代，这一世代也被称为传统者。我将这一群体标记为通晓者，是因为他们拥有的知识和经验最广阔，也最深刻。他们能够快速分辨什么需要了解，什么需要忘掉，甚或根本无须关注。他们非常智慧，能够娴熟地利用策略性思考、综合推理以及巨大的创造力，来扩展自己的智力能力，并指导其他人。作为通晓者，他们能以一种比年轻时更积极的视角界定和记忆生活中的事件。由于人类的平均寿命在不断增长，因此处于通晓者这一年龄阶段的人数也在不断增加。

你们的大脑在65岁时会表现如何？75岁呢？85岁？95岁？

退休对你们的大脑来说意味着什么？

哪个认知领域对于独立决策是必不可少的，并且应该通过训练加强？

你们应练习哪些思维活动，以保持、

改进自己的大脑表现，甚至预防老年痴呆？

从现在开始直至生命终点，你们应如何利用自己的智力资本？

你们的大脑能力在哪个领域的表现超过年轻世代？

露丝在个人生活和职业方面都继续过着一种积极的生活。虽然大脑出现了一些退化——她经历了化疗和多次手术，期间曾全身麻醉——但她积累了必要的认知储备，因此得以继续高效创新。

在大脑健康水平评估中，露丝展现出强健的认知能力。她能对许多任务采取一种策略性的计划，从而轻松完成它们。在策略性注意力方面，她表现出一种同强大策略性注意力相一致的模式，能够随着时间不断学习，调用额叶策略，通过实践改进自己的筛选和屏蔽能力。在大脑健康测试的综合推理和创新能力方面，她的表现优秀，显示出一种令人印象深刻的深入处理复杂信息的能力。而可能会让你大吃一惊的是，露丝现在已经接近90岁了！

统计显示，通晓者一代是世界范围内增长速度最快的一个群体。到2050年，将有近1/6 人口的年龄超过65岁。

当大多数人认为自己大脑的最佳表现时期是在过去时，露丝则是一个完全相反的例子。她完美说明了无论生理年龄是多少，大脑都能够改进、动态运行。虽然身体脆弱，但她认为自己的大脑处于巅峰状态。

随着年龄的增长，会有许多无可避免的事情发生。精力衰退，视力减弱，听力下降，头发日益稀少，皱纹渐渐增多——更不用说思维敏锐性会在许多方面下降：

·思考速度。

·有效利用新认识的能力。

·记忆力。

·快速解释清楚意义的能力。

然而，并非全都是坏消息。

最受人们尊敬的美国作家和思想家之一尼古拉斯·德尔班科（Nicholas Delbanco），在其著作《长寿：老年的艺术》

（Lastingness：The Art of Old Age）中，描述了那些晚年仍表现出令人称道持久智力才华的伟大艺术家和变革者的作品。[1]例子不胜枚举。雷诺阿虽在中年时因关节炎落下严重残疾，但直到78岁逝世那一天时仍在画画。爱因斯坦20多岁时发现了相对论，但直到70多岁才理解了这一理论意味着什么。迈克·曼斯菲尔德（Mike Mansfield）是在任时间最长的美国参议院多数党领袖，一直到90多岁他都在积极参与各种政治活动。现在这些人更是一种特例，而非常态。

作为通晓者，你可以通过持续的思维刺激保持甚至增加创造性资本，前提是你能保持大脑健康并幸运地避免阿尔茨海默症。

退休并非享受日常乐趣和意义的黄金光辉岁月，这一观念正因世界上一些最富裕的群体拒绝退休而日渐受到人们的青睐。在莱德伯里调研公司最近对全球2000名高资产净值人士进行的一次调查中，超过60%的人并未放弃自己的职业。[2]好消息在于，退休并不仅仅是经济生产力的问题，而是个体如何能以一种有意义的方式对社会做出贡献。巴克莱美洲财富的行为金融学主管丹尼尔·伊根（Daniel Egan）曾敏锐地发现，很多人通过从事自己热爱的工作而获得财富。所以为什么要放弃呢？他把这些人称为“永不退休的人”。将这一观点同《长寿计划》（The Longevity Project）一书作者，加利福尼亚大学河滨分校教授霍华德S.弗里德曼（Howard S.Friedman）发现的以下事实联系起来：工作最努力的人通常会在事业上取得成功，而热爱自己工作的人寿命也最长。[3]

虽然脑科学家对于哪些认知功能可保持不变或容易退化存在分歧，但几乎所有人都同意知识随着年龄增长能得到保持甚至可能增加。单这种可能性本身就令人极度兴奋了。而更令人振奋的是，年龄较大的人更善于挑拣和选择哪些知识需要储存，哪些可以丢弃，与之相比，较年轻的人会在大脑中储存更多毫无用处的东西——之后再丢掉。也就是说，

通晓者对于往自己大脑的储存箱中增添什么更有挑选性，防止大脑的阁楼过于杂乱无章。

虽然能够保存知识，但在需要的时刻立即回想起某个特定信息，通晓者在这方面的确存在更多困难。一个令人惊讶的认识是，记忆并不是随着年龄逐渐增加而消失了，只是回想起来需要更长时间。在记忆中搜寻的名字或东西通常都能找到，只是对使用来说不够及时。有意思的是，你们会记住自己忘掉的事情，所以记忆并非消失了——只是躲藏起来了。

不但保存并扩展知识经验的能力会随年龄增长保持稳定，对事情积极方面的记忆也会随年龄增长而增加。也就是说，随着年龄增长，大脑甚至经常不会对事情的消极方面进行编码。同随着年龄增长人会变得愈发消极的成见相反，实际上我们对事物消极方面的注意会变少，更可能记住某个情境或环境的积极方面。认知研究表明，年龄较大的人（至少那些未患有进行性大脑疾病的老年人）执着于某种具有消极影响信息的可能性更低——相反对于具有积极影响的信息表现出更高的偏爱。另外，年龄较大的人表现出破坏性社会行为的可能性更低，例如在一些激烈的情绪交流中进行吼叫或咒骂[4]。消极情绪的持续时间在年龄较大的人身上的持续时间也比年轻人短。如果对于通晓者来说这些趋势还不够积极，那么再加一个：年龄较大的人会用一种比实际情形更加积极的眼光对以前发生的事情进行重构。

那么，不同的年龄群体认为自己什么时候最快乐？各个年龄阶段的人对快乐的看法正是斯坦福大学长寿研究中心主任和心理学教授劳拉·卡斯坦森（Laura Carstensen）以及密歇根大学心理学教授彼得·尤贝尔（Peter Ubel）的研究对象。[5]他们分别问了一组发现者（30多岁）和一组通晓者（70多岁）这个问题。不出所料，两个小组都坚定地将30多岁

选作自己更快乐的时期。认为30多岁时更快乐。转折来自研究人员让两个小组给自己的快乐打分。通晓者的快乐得分要更高。

随着年龄的增长，我们的记忆会变得越来越积极。

思考一下这些大脑状态——愉悦、快乐、悲伤、担忧和压力。通晓者的愉悦和快乐分数最高，悲伤、担心和压力分数最低。谁曾知道随着年龄增长，快乐会增加？谁能想象到这种情形？通晓者较高的快乐指数还有两个额外的好处：①更快乐的人更健康；②更快乐的人更有生产力。

当然，年龄并不能解释所有这一切。个体的快乐各有差异。思考这些问题：

·不快乐的人寿命更短吗？

·是不是因为老年人有更多的钱，所以担心得更少？

·是不是因为令人心绪不宁的孩子长大离家，减轻了通晓者一代的情绪和日常压力？

所有这些因素都不是各个年龄群体在快乐方面存在巨大差异的原因。是不是因为人们放弃了自己不大可能达到的目标——更瘦、更年轻、更富有，所以变得更快乐了？或许年龄较大的人对于自己是谁心态更放松。正如前面所说的，通晓者情绪激烈发作的情况更少，而更有意思的是，对于冲突，你们能想出更多更好的解决办法。因此，通晓者绝对是冲突解决方面更有创新性的思考者。

年龄越大，就会变得快乐。

■通晓者一代的大脑经济学

对于大脑消耗所造成的高额花费，没有比通晓者一代更与之相关的了。事实上，衰老的代价非常昂贵。医疗保健的大部分费用都用于生命的最后几个月到几年。活得越久，就越有可能经受认知、身体或经济方面的艰难。无论我将可能性描绘得多么积极，衰老需要面对的一个现实就是高额的花费。

据估计，从65岁开始，仅老年痴呆症的数量每5年就会翻一番。虽然我们都会死，但健康的关键就在于尽可能保持身体和精神健康，并为健康不再的时候做好准备。

通晓者可以期待在自己几十年的生命历程中保持相当不错的身体健康——比以前任何世代都要强壮的身体素质。他们最大的担忧是认知下降，思维寿命跟不上身体寿命。许多医疗专家都认为，大脑做出合理决策的功能性能力会随年龄增长而出现无情的退化。作为这种观点的支持，有一些科学研究显示，决策能力在50岁前期达到顶峰——即退休前几年，据哈佛大学经济学家大卫·莱布森（David Laibson）教授研究发现。[6]如果通晓者将这看作长寿命一个不可改变的后果，那么这种逐渐下降的决策能力对他们来说可能不是一个好消息。但相反，这应该激励他们尽可能采取任何措施，提高逆转这些趋势的概率。

罗伯特·威尔逊（Robert Wilson）是芝加哥拉什大学的一名神经心理学家，他和同事研究发现，更积极地进行一些思维刺激活动的老年人，例如阅读报纸、书籍、杂志，参与一些下象棋之类的挑战性游戏，或参观博物馆等，更有可能保持正常的认知能力。[7]通晓者应该立即采取行动，做出综合努力，扭转并抵抗不必要的认知下降，从而颠覆流行的衰老偏见。通晓者要想在这个快速变老和改变的世界发展繁荣，就必须开发自己最大的财富——智力资本和大脑健康。

通晓者的大脑拥有巨大的能力，能通过自己的努力得到加强。现在是时候开始充分利用大脑天生可塑性（见第01章）的有利条件了。一天都不要让自己的潜力白白荒废。你可以带领自己的一群朋友，采取必要的措施，从现在开始让自己的大脑表现达到最大化。忽视这一点既不是一个可行也不是一个合理的长期解决办法。事实上，大量公司说许多属于思考者一代，例如婴儿潮，或通晓者一代的员工都处于一种惰性思维模式之中，不再对公司的战略思考有所贡献。由年龄较大的思考者转变成的通晓者似乎被认为（甚至他们自己也这么看待自己）在创造性和创新思考方面乏善可陈。这种心态是错误的——大错特错。时间对于通晓者是关键，以提升积极指数，关注自己的智力潜力。

年龄本身并不是智力损失的主要原因；更多是由于你未能保持思维活跃。

我的一个目标是提高人们对老年时期大脑潜力的认识。作为一个繁荣发展的社会，我们必须改变对大脑衰老的消极看法，在一生之中坚持充分利用大脑能力的额叶潜力（顺便说一句，大脑中有更多褶皱是件好事，因为褶皱意味着更大的大脑皮层——即灰质！），更努力实现大脑即将到来的潜力。

■退休对你的大脑意味着什么

进入21世纪，四个世代——发现者、寻找者、思考者和通晓者——同时处于职场之中，这在美国历史上尚属首次。虽然95%的通晓者都已退休，但还有很多人未像以前世代那样尽早退休。相反，据《世代碰撞》（When Generations Collide）一书作者林恩·兰开斯特（Lynne Lancaster）和大卫·斯蒂尔曼（David Stillman）调查，很多通晓者仍在继续工作，通常是以缩减时间的方式。[8]更多的通晓者希望能工作得更

久；限制主要在于严峻的经济形势使工作机会缺乏，另外，一部分人的技能跟不上不断变化的职场要求。据律师、作家以及数百篇职业发展方面文章的作者萨利·凯恩（Sally Kane）说，继续工作的通晓者一般都非常享受自己的工作，受到雇主的重视，因为他们工作勤奋，极为忠实。[9]很多雇主对强制退休的态度和政策在慢慢转变，开始雇用和留用年龄较大的职员。尽管如此，当然也有一些通晓者做着毫无激情的工作，仅仅是为赚钱。

不过对于大部分通晓者来说，如果还没退休，一般一直都在考虑自己将在什么时候或应该什么时候退休。“退休”是一个很有意思的词——尤其当你仔细思考它对大脑健康可能意味着什么时。这个词语的一些定义如下：“从服务、办公室或商业经营中退出；离开，隐退的行为。”

当通晓者开始思考退休时，常常也会将自己的大脑设置为退休模式。每天都是星期六，很少处理棘手、新出现的情形，不必以新方式为复杂事务和问题提供建议，只需平静地按部就班生活。虽然一个月每天都是星期六听起来像个美梦——尤其是快节奏的生活让人应接不暇的时候——但通晓者现在的退休时间比以前任何时候都要长，而很多人提出警告，这种生活对大脑健康没有好处。

一份发表于《经济展望杂志》（Journal of Economic Perspectives）上的2010年的研究显示，“来自美国，英国和其他11个欧洲国家的数据表明，人们退休的时间越早，记忆力下降得越快。”[10]兰德衰老研究中心和密歇根大学发表的一份研究表明，在退休年龄较早的国家，认知表现水平开始下降的年龄也更早。[11]为什么会出现这种情形？退休常会让人远离一个参与性的社会环境，而社交对于增加认知储备是极为必要的。其次，一旦退休，人们参与思维挑战，发现复杂问题，解决矛盾困境的动机会减少。

事实上，当我们观看关于认知下降的图表和研究时会发现——一些非常显著的下降正发生在退休前后的一段时间。此时通晓者开始将注意力放在玩乐上，享受工作时未能参与的一些事情。但如果在剩下的生命时间中，他们没有所需的思维能力来计划和组织自己想做的事情会怎么样？

65岁的退休年龄是在人类平均寿命只有63岁的时候确定的。

研究发现表明，大脑在老年时期依旧拥有巨大的改变和增强能力。但不幸的是，一些能培养更健康大脑功能的习惯可能并未得到充分的认识和采纳，尤其缺乏一些经常性的工作，或能让大脑保持思维和社交活跃的社区服务需求。不过，这种警告并非意味着通晓者必须像以前那样工作，以避免思维水平下降。一种有益于大脑健康的生活方式要求经常进行思维挑战和维护，以保持高水平的认知功能。但这种思维挑战当然可以通过缩减的工作时间或社区服务，或在退休后进行一些指导性工作完成。

通晓者的思维既可以在休闲活动，也可以在同工作相关的活动中得到延伸扩展。不应该把这二者看作是相互对立的。从服务性工作或经营活动中退休后，不论是通晓者还是思考者都可以通过很多方式保持大脑活跃。这不仅是非常必要的，还能给大脑增加活力，为生活增添乐趣。

■通晓者的大脑健康水平

大脑通常会在20岁左右达到自身的最大重量。对于很多人来说，我们希望自己的体重在20多岁时就达到最大值，而不是每年增加一两磅[1]。对于大脑来说，重量增加或减少并不一定跟更高或更低水平的认知推理或决策能力相关。一生之中，大脑会经常遭受各种可能导致神经元损失的伤害和变化。通晓者一代的大脑回路跟其他世代一样，处于一个

持续变化的过程中。大脑从不会保持不变。有些科学家认为衰老会导致神经元萎缩；而其他科学家则进一步认为，很有可能是我们自己的行为导致了神经元损失。

通晓者可能会以一些跟年轻时不同的方法复原大脑网络的功能。

并非所有的大脑伤害都得到了广泛理解。其中一些导致原因包括激素影响、化疗、免疫系统功能失调或全身麻醉，这只是其中一小部分。[12~13]想想露丝——她因乳腺癌接受化疗，在全身麻醉后经历了长达一年的视力模糊后遗症。但她仍坚持锻炼大脑的思维能力，解决各种新问题，学习复杂信息。她的思维水平非常高，独立决策的能力也极为强大，给所有认识她的人都留下了深刻印象。

虽然普遍看法认为，通晓者正处于一个隐蔽的大脑退化阶段，但这一年龄阶段群体的大脑并未像老年痴呆症、脑创伤或中风那样，表现出广泛的神经元损失。

当思维能力取决于以前掌握的知识时，通晓者如果能保持大脑健康，就极有可能脱颖而出。

大脑科学认为，我们所有复杂的、以目标为导向的行为都依赖于一个健康的大脑以及不同大脑分区之间交流的效果——尤其是额叶网络。通晓者虽然在学习速度和学习数量方面的认知能力有所下降，但他们通过丰富的知识、经验和智慧进行了弥补。事实上，在同深层策略性思考相关的额叶智力能力方面，通晓者有潜力超越思考者一代和发现者一代。而目前这种情形并未发生的原因在于，通晓者本身或许未能付出努力，来利用自己巨大的大脑潜力。

美国著名的商业顾问沃伦·本尼斯（Warren Bennis）则不是这样，

他现在已80多岁，接近90岁，仍在继续扩展自己的智力资本。他是南加利福尼亚大学一名杰出而活跃的管理学教授，最近撰写了一本关于领导力的书籍，名为《仍有惊喜：领导力生活回忆录》（Still Surprised：A Memoir of a Life in Leadership）。[14]他出版了无数富有真知灼见的著作，告诫人们可以通过扩展思维，进行阐释或反驳，来挑战自己的智力资本。试试这些例子：

·领导者必须鼓励自己的组织预见未来，超前行动，在音乐还未响起前即起舞。

·不能创造自我和重造自我的人只能满足于人云亦云，接受二手观点，混迹于众人而非脱颖而出。

·成为一名领导者意味着成为你自己。就这么简单，同样也就这么难。

·掌控自己的学习是掌控自己生活的一部分，也是成为一个完整的人的必要条件。

■利用通晓者的智能

快速扩充的证据预示通晓者的大脑拥有巨大的可塑潜力，能够克服并防止大脑衰老带来的认知退化。这需要在深入思考方面进行持续的锻炼和挑战。通过学习新知识以及每天如何使用自己的大脑，通晓者拥有继续重塑大脑的巨大潜力。

策略性注意力

通晓者一般拥有最深刻的知识储存，在最早的测试中，在了解哪些东西需要忽略方面——哪些最好甚至不要学习，哪些需要学习——通晓

者的表现领先于思考者一代。换句话说，通晓者知道什么应该同垃圾一同丢弃，不要储存于大脑中——在这方面的表现比即时世代、发现者和寻找者一代都要好。通过练习，通晓者其实可以提高自己作为优秀信息挑选者和屏蔽者的能力。但同这些证据一致的另一个提醒是，通晓者的记忆容量同其他年轻世代相比是最低的。不过正如我之前所说的：对于智力资本的增长来说，重要的不是知道多少，而是如何策略性地利用自己知道的东西。而这正是通晓者的智力能力脱颖而出的地方。

综合推理

执导影片曾获奥斯卡大奖的著名导演史蒂文·斯皮尔伯格刚刚进入通晓者一代，但他的生活比以前更繁忙了：制作新的电影和电视剧，享受同家人在一起的时光。他的作品代表着一种完美的智力挑战和充满乐趣的大脑训练活动，因为它们总能激发人们的思考，而在这其中他的才华对智力能力的贡献功不可没。他曾说：

电影的魔力在于每个人都从不同的角度观看它们。当人们告诉我某部电影对他们所具有的意义时，我常常感到既兴奋又惊讶。

这从本质上来说是综合推理。你可以用多少种不同的方式总结电影中蕴含的意义，并应用于真实生活？尝试一下——使用电影《辛德勒的名单》或《战马》练习。综合推理正是通晓者越来越擅长的三种核心额叶认知功能之一。

对我来说更有意义的事情则在于，斯皮尔伯格还收集诺曼·洛克威尔的画作。在过去30年，我一直将洛克威尔的画作为研究中的一种丰富刺激物，因为他的每一幅作品中都蕴含着深刻的意义。[15]他所描绘的内容超越时代，我和我的研究小组曾利用其中的许多画作，来检查被试处理抽象意义和孤立细节时的大脑活动。猜猜结果如何？年龄较大的人在处

理综合性意义时，表现出一些大脑活动的保留性模式。

80多岁和90多岁的通晓者在综合推理能力方面表现出相当多的保留性内容。我们根据历时研究，发现这种能力相当稳健——甚至在细节性记忆力随着年龄增长而逐渐开始下降的时候也是如此。我的研究第一次发现80多岁或年龄更大且认知健康的老年人，展现出一种值得称道的改编性智力能力，他们能以抽象阐释的形式提取中心意义或深刻含义，这种意义能在记忆中保存相当长的一段时间。[16~17]一次又一次地测试表明，如果通晓者保持思维活跃，这种关键性的大脑能力能一直保持稳定，甚至得到进一步提升。

不论年龄多大，如果我们像机器人一样思考，思维就会退化，对通晓者来说尤其如此——接收信息，输出信息，不经任何再加工，也不对输入内容和已有知识进行协调。从环境或阅读中持续创造新意义对于通晓者来说至关重要。如果不这么做，思维势必会变得停滞不前或倒退。

通晓者们，你们会发现自己确实能够在自己的专业领域思考得更深入。对于如何利用自己的思维精力，你们可以做出更明智的选择，而不是一时兴起地转移到新领域。后一种行为方式是这里学一点儿，那里学一点儿，只能建立起脆弱而短暂的大脑连接。通晓者的自律性思维是增强大脑资本之所在，以战胜那些会在关键额叶认知领域引起智力能力下降的因素。

通晓者拥抱自己的智慧，力求成为一两个领域的专家，而不要什么都懂、什么都不精。

通晓者要感到鼓舞，因为你们可以保持并提高自己的综合思维能力，不断自我促进，永不满足于现状。一直想要创造新事物的渴望对于大脑健康是一种有益的促进。

一种需要退出历史舞台的观点是，年轻的大脑更有创新性。

以拉里为例，他在72岁的时候创办了一家新公司——确切来说，这是他创办的第5家公司。更重要的是，他还建立了一个基金会，以帮助、指导和赞助有前途的新兴企业家。想想当拉里对新近出现的高科技公司进行评估时，那些得到激发的智力能力。他善于同人合作，因此聘用了一个团队帮他搜集全部信息，组织许多采访，进一步缩小范围。大约4年以前进行第一次大脑健康检查时，他在策略性注意力和综合推理方面表现优异。表现出保留性内容但能力平平的一个领域是创新能力。拉里把这个结果记在了心里——实际上是融入了大脑训练之中。他抓住自己拥有的每个机会，坚持探寻多种解决办法和想法。4年之后，他在创新能力上的表现几乎翻了一番。

拉里属于通晓者一代，是一名获得广泛成功的企业家。过去10年，企业家的年龄一直在不断增长。事实上，据考夫曼基金会的研究发现，美国最高水平的企业家已经转移到思考者一代，并扩展至通晓者年龄段的前期。[18]年龄较大的企业家比年轻的高科技创业者拥有更高的成功率。这种年龄上移的变化原因是什么？或许同年龄一起而来的还有：

·在自身领域积累了更多的经验。

·对顾客需求有更深刻的理解。

·建立了更长时间的支持者网络，拥有更多的金融支持伙伴。

通晓者拥有创新、设想新颖想法并将其变为现实的持续能力。大脑的缓慢死亡来自常规而机械的思维方式，不论年龄多大。创造新想法是大脑的最佳动力来源。创造力、生产力和创新思维能力在生命中的繁荣

时期，比任何人以前认为的都要晚。

创新思维可以随着年龄的增长而提升，而非下降。

大脑健康中心的认知神经研究专家正在不断推进关于大脑如何在生命早年以及老年时期继续创新的知识。让思维保持好奇在人类年龄的两极都具有巨大意义，尤其是高龄阶段。我常问一些老年人在30年前、20年前甚至10年前，能不能做自己现在所做的工作。大多数人都知道自己做不到。伴随年龄和经验而来的还有更丰富的思考。

■大脑训练练习

通晓者的大脑拥有神经可塑潜力（大脑进行改变的能力），会根据个体在思维活动中能否调动大脑网络——或积极或消极——而发生变化。在各个生命阶段都积极进行复杂思维活动的个体，在负责记忆的大脑区域，即内侧颞叶海马体发生萎缩的概率也会相应降低。[19]而从消极方面看来，同年龄相关的大脑萎缩，则同认知能力的荒废有一定的关联。

我的目标就是激励通晓者了解各种能让自己的大脑变得更聪明，寿命变得更长的方法。通晓者的最佳认知训练要求在认知能力范围内，持续进行具有思维挑战性的活动，这种活动既不能太简单，也不能太难。科学研究提供了大量极具说服力的证据，表明复杂的思维活动能够促进大脑健康，降低老年痴呆的风险。重读第05章中关于积极的思维刺激对大脑健康的有益之处。你猜如何？其中大约50%的实验对象是通晓者。让你的思维动起来吧！

在以前，公众和健康专家对调动大脑的最佳方法没有足够的了解。我问通晓者他们都用什么方式让自己的思维保持敏锐。他们说会进行以

下活动：

·玩桥牌。

·学习不同语言的词汇。

·做字谜或数独游戏。

·学习用电脑。

·经常阅读。

·听音乐。

·让自己保持忙碌。

·工作不要安排过量。

·尝试新事物。

·查询自己感兴趣的话题。

·尝试从最基础的水平理解新话题。

·做手工。

需要认识到的重要一点在于，无论年龄，不做什么，通过练习都可以做得越来越好。经过100个小时的练习，没有通晓者不能做得更好的事情。但大多数任务和活动的局限之处在于，练习某种具体的任务能让练习者的技能变得越来越好，但大脑因此获得的益处很少能惠及其他能力。

调动并增强大脑额叶区的一个关键原则是，确保完成认知挑战所需

付出的努力处于适当水平。如果挑战大大超过个体的认知能力，通晓者就会无力应对，就会感觉受挫，甚至彻底失败、退出。如果认知挑战根本无需任何努力，个体就会以一种近乎自动的方式完成任务，对维持大脑的健康水平并无益处。

结合每个通晓者的大脑结构都是独一无二的，想要设计一种符合所有人要求的训练计划相当具有挑战性。能让通晓者的大脑变得越来越聪明，并且增加大脑寿命的思维刺激的性质因人而异，因为随着年龄的增长，个体基础认知功能之间的差别会不断扩大。

我的研究表明，通晓者的大脑在相当短的时间内，就能对综合推理中包含的复杂思维活动进行反应。[20~22]训练他们在深层思维活动中调动自己的额叶，通晓者在大脑和认知功能方面报告并表现出了进步。有意思的地方在于，没有两个通晓者的大脑是一样的，因此如果大脑训练出现了不同的反应模式也并不出人意料。通晓者大脑相互之间的差别，超过了其他任何世代个体之间的差别。也就是说，随着年龄的增长，我们会变得越来越不同——而不是越来越相似。这种不同逐渐扩大的原因在于对大脑具有培养作用的经验之间存在巨大差别——没有哪两个人拥有相同的人生经历——甚至双胞胎也没有。

通晓者如果积极锻炼核心额叶功能，在一生之中不但可以保持大脑健康的稳定，还能获得大脑健康的活力。随着年龄的增长，通晓者需要不断寻求各种社会刺激和环境刺激，以保持自己的认知能力水平。

我一直积极研究通过大脑训练能获得和恢复多少智能。在其中一项研究中，我们对一组最低年龄为74岁的老年人进行了综合推理训练，观察可能取得的认知进步。在一个月的时间里，经过8个小时的训练，通晓者被试在综合推理能力方面——综合意义的能力，一种同日常生活和

决策相关的能力——显示出了进步。更重要的是，研究表明，大脑训练所产生的益处还能够惠及其他未经训练的额叶认知功能，包括策略性注意力、创新能力和认知功能切换。

从这项研究中浮现出了两种模式。首先，基础认知能力最低的通晓者被试在综合推理方面的进步最大。其次，本身认知功能水平已较高的被试，其取得的进步能够惠及其他流体智力认知领域。研究结果得到了临床试验证实，在该项试验中，被试被随机分配到身体训练组、大脑训练组或候选控制组。

早期结果显示，大脑训练和身体训练对智力资本产生的好处非常不同。通过大脑训练，三个核心额叶认知领域再次表现出了进步，而身体训练组的进步主要表现在记忆领域。对于两个训练小组来说，两种变化都充满希望，不过是在截然不同的大脑区域。想想只需多么少的时间和努力就能产生显著的大脑进步。问题在于，要保持这些益处，需要坚持一定的大脑习惯。一旦停止了复杂思考的习惯，大脑就有退步的风险。

在年龄不断变大的过程中，经常自问一下自己的额叶功能是否处于应有的水平或能达到的最佳水平。70多岁或年龄更大的通晓者们接受这种大脑挑战，用行动反驳大脑认知退化是不可避免的观念。大脑的确会随着正常的衰老而变化，但这种变化并非全是坏的，通过恰当的关注，你甚至能让自己的大脑在一些关键的认知领域达到比年轻时更好的水平。

由于拥有丰富的知识和经验，通晓者的大脑在形成明智、深刻立场或见解方面的能力会变得越来越好。而且还能逐渐了解证明或反驳某一立场需要问什么问题。最后，通晓者拥有最深刻的洞察力，知道如何最好地阐释答案，获得最多的积极收获。这就是智慧。这才是大脑中重要

的事情。

了解大脑

1.年龄越大，大脑看待问题的方式会变得越积极。

2.只要坚持思维锻炼，通晓者可以保持核心的额叶功能，即策略性注意力、综合推理和创新能力。

3.进行复杂的思维活动，极有可能会同神经健康方面巨大的进步以及更高的认知表现水平相关。

4.具有极高思维水平的通晓者应该继续挑战自己的思维能力，以避免退化。

5.从工作中退休并不一定会导致大脑退化，但退休后维持大脑功能需要一定的综合努力，寻求社交联系和认知复杂性。

6.通晓者由于具有积极而广阔的视角，解决冲突方面的能力会变得越来越好。

7.通晓者必须保持积极的思维生活方式，扩展自己的大脑寿命，以使其更接近身体寿命。

[1] 1磅＝0.45359237千克。

第四部分　注意损伤和疾病所造成的大脑“间隙”

大多数人只关注会带来消极影响的脑损伤或脑疾病，但同样需要注意的重要一点：损伤或疾病并不一定像我们想象的那样，意味着剧烈的变化或生命的终结。在认知功能保持不变的区域以及认知发生缓慢变化的区域，保持大脑活跃也至关重要。大脑在一生之中成长、改变、重构以及修复自身的难以置信的能力，为曾经毫无希望的地方带来了曙光。

11　损伤后修复和重构大脑

什么是脑损伤？

脑损伤会如何影响大脑？

为什么脑震荡被认为是脑损伤？

大脑在损伤后能痊愈吗？

大脑能被修复的窗口时间是什么？

孩子的脑损伤同成人的脑损伤一样吗？

31岁的查理在一次交通事故中大脑受到严重损伤。他是一个丈夫，同时还是三个孩子的父亲，但脑损伤导致他无法清晰地思考或说话。医生告诉他需要现实地接受自己的就职能力比较低这一问题。查理深感挫败和失落，为如何供养自己年轻的家庭感到忧心忡忡。

过了18个月，查理几乎没什么恢复，后来他参与了我的一项研究。经过检查，我发现虽然他的语言能力受到严重损害，但思维能力仍非常强大。为了帮他的大脑恢复到最佳状态，我鼓励他去上大学，以持续激发自己的认知。让查理感到惊讶的是，他的表现超过了所有人的预期。他不但获得了文凭，还获得了优秀毕业生的荣誉。

像大脑这么复杂的器官怎么能在损伤后修复呢？当我在讲座或公共演讲中讲述查理的故事时，经常会被问到这个问题。这种修复不是手术或药物的结果。也不是某种单一努力的结果。大脑成长、变化、愈合和恢复认知功能的惊人能力，是由于其在应对复杂思维挑战时拥有强大的可塑性，这些复杂的思维能力我们在第4~6章曾进行了说明。没错，即

使存在脑损伤，这些策略同样会起作用。在损伤后了解并利用这种非凡能力，不但能够促进受到损伤直接影响的个人的幸福和经济状况，同时还能对社区和整个国家做出积极的贡献。

为了理解大脑在损伤后如何恢复和复原，首先必须理解脑损伤是怎么回事。

我们可以利用大脑天生的可塑性，在损伤后对其进行重构。

■什么是脑损伤

脑损伤是一种影响最大而又悄无声息的流行病。在美国以及几乎大多数发达国家，它是致残和致死的首要原因。在美国每年有200万人的生命或生活受到脑损伤的影响。[1~2]之所以将它形容为悄无声息，是因为你看不到脑损伤。大多数人看起来都非常正常——他们走路、说话——但在大脑内部，伤者本身则能感受到差别。

·曾遭受脑损伤的儿童说自己常会感觉被信息淹没。

·曾在早年生活中遭受脑损伤的年轻人说自己无法像同龄人那样快速吸收信息，虽然他们感觉自己跟其他人一样聪明。

·年龄较大的人常常抱怨自己的思维大不如前。

·退役的职业运动员说自己一直感觉头晕眼花。

·退伍士兵说自己的思维常常会出错，无法快速环视和评估身处的复杂环境。

■脑创伤会对大脑造成什么影响

我们的大脑：圆顶形，极易受到伤害

令人赞叹的大脑控制着我们做的每一件事情——思考、决策、建立和保持友谊的能力，解决问题和想出最佳下一步骤的能力，以及其他更多（见第02章）。大脑的所有区域协同一致地工作，就像一个世界顶级乐团，似乎不会吹灰之力就能做出各种极简单和极复杂的活动。当你思考一下大脑每天的成就，简直能让人目瞪口呆。

脑损伤既不会严重至让人绝望，但也不是微弱至可忽略不计。

——希波克拉底

人类大脑天生处于一个特殊的保护环境之中；被隐藏于一个圆顶形结构之中。为了理解脑损伤，稍微了解大脑出于安全是被如何包起来的，以及这种结构多容易受到损伤甚至破坏，会有一定的帮助。大脑所处的圆顶形结构有三层保护：

·一层坚硬的膜状包裹物（脑膜）覆盖在大脑上面。

·一个充满液体（脑脊髓液）的封闭空间环绕在大脑四周。

·一个1/4英寸[1]厚的骨质表面（头颅）将大脑包在里面。

同其他大多数器官不同，大脑：

·并非固定在一个地方。

·在头骨中环绕其四周的液体中漂浮。

·通过与一条长长的神经（即脊髓）相连而稍微固定。

想象一朵花在风中飘动的样子。风吹起来时，柔软的花朵就会随风摆动，毫不费力地改变方向。大脑也与之类似，可以在一条神经的末端自由旋转和移动。但二者的不同在于，大脑的活动局限在其所处的头骨

空间中。

大脑的矛盾之处：三层圆顶形保护结构，反倒让它非常容易受到伤害。

想象一下，当你进行以下活动时，大脑会在头骨中安全地来回晃荡：

·起床。

·从沙发上站起来。

·转头去看后面的车辆。

·下楼梯。

·跃过路上的一个小水坑。

·在剧烈大笑时向后仰头。

·在崎岖的地势上骑山地车，上下颠簸。

进行每一个动作时，大脑都会在液体包围的空间中移动。

接下来，想象一个鸡蛋被装在一个盛满水的罐子中，来回晃动，并会在你走动时轻微撞击罐子四壁。听起来非常安全。虽然鸡蛋会稍微撞到罐子边，但仍然完好无损。

如果你全速朝一堵墙跑去，鸡蛋会发生什么。鸡蛋会受到剧烈的颠簸振动。你和玻璃水罐迅速停下来，但即使玻璃罐没有破裂，里面的鸡蛋也会激烈晃动反弹。那么鸡蛋毫发无损、一点都没破裂的概率是多少？几乎为零。

现在想象一下那个鸡蛋是你的大脑。

受伤的大脑

当身体相碰、车辆相撞、头部撞到坚硬的表面或爆炸性力量将身体猛地冲到地面上时，大脑会受到的剧烈的振动。想象发生以下情形时的大脑：

·用头顶飞过来的足球。

·在运动赛事中从叠罗汉上摔下来。

·开车打电话时突然被后面的车辆撞到。（据估计，超过80%的车辆相撞发生于走神的3秒钟内，走神一般都是由于打电话。）

·从某个站立的地方凭空跌落下来。（跌落是老年人脑发生脑损伤的首位原因。）

·被一个正在高速奔跑、体重350磅的橄榄球后卫拦截抢球，头部重重撞到坚硬的草坪上。

·因爆炸相关伤害而被重重冲击到坚硬地面上——简易爆炸装置、火箭推进榴弹或地雷。

大脑科学家刚刚开始理解外部力量对大脑内部造成损伤的不同程度，从而能够对脑损伤进行更精确的甄别。当大脑撞到坚硬的头盖骨时，会发生旋转和晃动。这种晃动力量会撕裂扯断许多连接远近脑区的神经纤维。这种拉扯和撕裂会切断不同脑区之间的有效连接。回想一下当严重的风暴导致电线或电话线被切断时，其影响所波及的大片区域。某个遭受脑损伤的人，其大脑内部的情形可同此进行类比。

大脑发生损伤时，损伤对象或附近的人可能会完全意识不到。受到损伤的人可能仍能继续执行一些基本的功能。这是怎么做到的呢？原来，大脑在其复杂构造中有相当多的备用部分，当某些区域受到损害时，许多不同的区域就会接管新功能。

现今临床实践中一般使用的大脑扫描方法和技术，在大多数情况下无法检测到脑连接中大范围的不规则拉扯和撕裂，尤其是一些轻微的脑损伤。但这种对震荡性脑损伤的检测不敏有望在不远的将来得到改变。一些新型脑影像技术，例如弥散张量成像（DTI），可以记录从轻微损伤到严重损伤中发生的神经纤维重大撕裂。在下面的弥散张量成像扫描中，图11-1a显示的是在正常大脑中连接两个脑半球的胼胝体纤维。[3]图11-1b是一个大脑受到严重损伤的个体的大脑图像，从中可以看到严重的纤维损失。在之后进行的计算机断层（CT）扫描中可能会显示出一些小出血点，因为出现了被称为血铁黄素（早前出血中的铁质）的铁沉淀。

脑损伤的诸多影响包括：

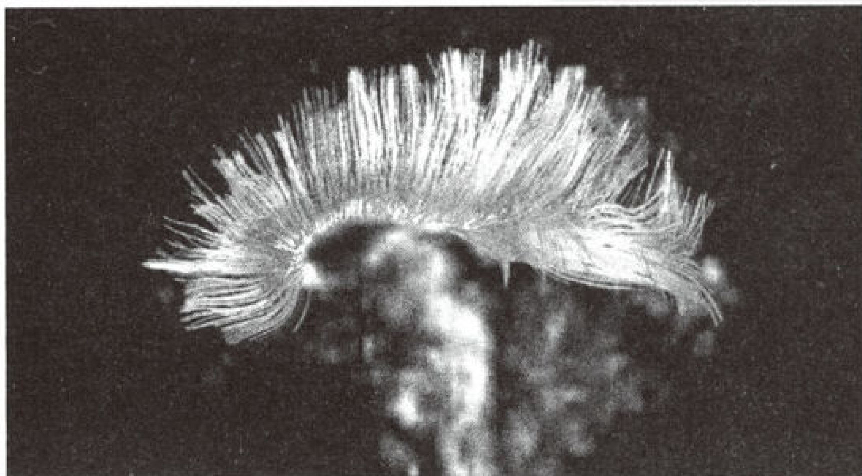
·脑肿胀（脑水肿）。肿胀会导致脑疝，大脑受到固定而坚硬头骨的限制和挤压。脑疝可能会切断部分大脑区域的供血，从而导致猝死，甚至在一些看起来非常轻微的损伤后也有可能发生。

·颅内压增高。

·癫痫反应。

·为了降低高血压，预防脑水肿，产生由药物引发的低血压。

·血肿（大脑中血液凝结）。



a)



b)

图　11-1

这些形式的大脑损害可能发生在各种不同程度的脑损伤中——从非常轻微的损伤到最严重的损伤。

当大脑深处的连接由于撕裂受到严重损伤和削弱时，脑区之间的联系就会被切断或发生短路。结果就是，需要多个脑区协同完成的复杂功能几乎全受到了伤害。以前能自动完成的事情现在变得非常吃力，大脑

消耗严重。

脑损伤的后果是什么

公众最近刚知道脑震荡是脑损伤，而不是一种轻微的脑挫伤或头部肿块。脑震荡需要引起足够重视、认真对待，因为这种损伤有可能直接导致非常严重的后果。膝盖和肩膀受伤会比脑损伤引起更多的重视，但没有什么损伤比大脑损伤的后果更持久了。研究非常清楚地表明，如果大脑在两次脑震荡之间没有足够时间恢复痊愈，长期的认知和行为缺陷将会呈指数倍增长。[4]如果进行恰当的认知训练，即使创伤发生几年以后，大脑仍有可能恢复。[5]

额叶是在脑损伤中最容易受到伤害的大脑区域。

正确或错误？当脑震荡发生时，人会暂时昏迷，失去意识。

大多数人认为这是正确的。对运动员的管理正是以此为指导观念，当他们的大脑受伤，会从赛场上暂时退下，不久又重新回到各种运动比赛中——足球、冰球、长曲棍球、橄榄球、篮球、啦啦队甚至还有棒球。在现实生活中，脑震荡很少会让一个人失去意识——无论是在赛场、战场还是日常生活中。

脑震荡是一种脑损伤。

虽然脑震荡或脑损伤的不幸遭遇很糟糕，但后续影响要更加严重。在整个研究生涯中，我听过无数经历过脑损伤的孩子、青少年、成年人以及老年人的揪心故事。在每一个例子中，顷刻之间，个人的生活就发生了剧烈的改变——这是一种消极影响常会持续一生的改变。

脑损伤最有害的一个方面或许在于，损伤中最容易受到伤害的是额

叶，尤其是前额皮质。[6~7]颞叶是排名第二易受到损伤的区域。这两个区域最容易受到损伤，是因为包围这两个区域的头骨部位有着尖锐突出的内表面，当大脑撞到它们时，这些表面简直就是杀伤性武器。而额叶在脑外伤中最容易受到伤害是因为，它们在大脑深层区域内部以及区域之间拥有大量长短连接。因此，大脑的任何撕扯和晃动都有可能破坏额叶连接。

由于大脑的复杂构造和额叶指挥中心的功能，一个人在伤前可以随时运用丰富的认知策略，用于协商解决日常生活的复杂性，在损伤后这些策略会变得不确定。[8]有轻微到严重脑损伤的个人可能会感知并表达一些症状，但医疗服务人员常缺乏必要的工具或知识来检测这些复杂而具有伤害性的症状。研究显示，广泛应用的一些认知检查对外伤性脑损伤中的一些高级认知缺陷很难检查出来。实际上，在许多标准化测试中，脑损伤病人的表现会恢复到正常或接近正常功能水平。当人们出院或离开康复机构时，常被错误地告知，假以时日这些问题应该能得到解决。

但我的研究小组和其他一些大脑研究专家发现，很多人虽有康复潜力，却可能并未康复，很大程度上是由于：

·过早中断训练。

·监测不足。

·无效、低水平的训练方法。

外伤性脑损伤病人可能从外表看来已恢复正常——至少在熟悉、没有挑战性的环境中如此。然而，个体在遭受创伤后，大脑经常会毫无预兆地发生故障。当预期发生变化或需要解决新问题时，个体会在认知上感受到极大的挑战，导致受挫和他人的不解。[9~10]由于无法克服大脑表

现的不一致，一个最常见的结果就是恼羞成怒。

虽然大多数遭遇脑外伤的人，智力能力在总体上能恢复正常，但一些影响更长久的脑损伤后果仍会出现：

·在干扰性环境中，处理手头任务时糟糕的策略性注意力。

·看到问题的大框架并做出合理决策的能力降低。

·制订或发起一项新计划的能力受损。

·无法深入思考表面以外的解决办法。

·难以从大量指导中建立行动措施。

·因无法想出多种办法解决危机而处于消极被动状态。

·大脑面对大量信息输入时会无力应对。

·抗拒不断变化的指令。

·预测后果的能力不足。

所有这些听起来是不是很像我们在前面讨论的额叶功能？那是因为它们确实就是。遭受过脑创伤的个体在灵活运用额叶功能方面会感到异常吃力，因为这些复杂通道可能出现了故障，无法正常运行。

少年莱恩就是一个看似从脑损伤中恢复过来，实则没有的极佳例子。13岁时，当他在骑车时被一辆汽车撞到，被抛到15英尺[2]高的空中，然后头部着地，他的生活便被永远改变了。

这次灾难性的事故使他的大脑出现几十处断裂性撕裂。但让人惊讶的是，他的大脑扫描没有显示出任何损伤迹象。医生告诉莱恩及其家

人，他的脑伤在几个月内就会彻底痊愈。但在事故发生一年后，他学习新东西仍然非常困难。在学校和家中都会遇到各种麻烦。大多数研究对发生外创性脑损伤的儿童只会跟踪监视一年，但我的研究记录发现在损伤发生一年之后，伤者在认知、社会以及运动的后续发展阶段中仍会出现神经认知功能发育推迟、停滞或减缓。由于大脑正处于发育过程中，儿童阶段发生的脑损伤可能会产生持续终生的影响。

如何评估、监测和训练经历过脑损伤的病人，这一公共健康问题有可能会迅速发生改变。研究显示，很多人在以前发生的脑损伤，后来才会慢慢显露出一些缺陷症状。[11~12]我的提议是发生过脑损伤的人应该像患有白血病等癌症的儿童和成年人那样，每年检查。一旦复杂认知功能发育迟缓或后来检测到一些认知缺陷，应立即实施大脑训练以缓解症状，控制认知损失。

额叶认知功能是支撑我们在生活中变得富有生产力并保持生产力最关键功能。额叶的协调和认知控制功能同样也是最容易受到各种不同程度脑损伤伤害的功能，从轻微损伤、中等损伤到严重损伤。

修复损伤，获得优势

最初的脑震荡发生后，确保大脑彻底痊愈非常重要，这样才能恢复最佳表现状态。传统上，脑损伤后的认知康复主要集中在增强某些特定的认知技巧上，例如记忆力。医生和治疗专家同样以恢复一些具体的日常功能为康复目标，例如烹调或驾驶；方法主要是反复训练和练习，有时还会使用一些补充工具，例如记忆书籍和记事本等。虽然这些训练方法能在恢复的关键阶段改进一些目标技巧，在短期内很有帮助，但它们对伤者的生活质量很少会产生重大影响。由于很多医生和治疗专家对损伤后的长期恢复持消极态度，因此能极大改善脑损伤病人生活的康复项

目非常少。

如今，有很大部分比例的人会在一生中的某个时刻经历脑震荡。

正如我最近的客户，一名海豹突击队成员所说，“在当今，损伤后认知功能如果提高了10%，康复就被认为是成功的。但我认为一个大学毕业生在脑损伤后阅读水平恢复到三年级实在不算一种成功，而是彻底的失败。我们的军队人员竭尽全力履行自己的职责，有时甚至牺牲自己的生命。军队为了培养、训练他们，为战斗做好准备常要花费几百万美元。但可悲的是，对于大脑的集中训练却没有任何投入。”

以前人们认为，大脑的康复时间最多为伤后一年；我的研究则显示，如果进行恰当的介入治疗，大脑在损伤后几个月到几年都有可能恢复。[13~15]我对人类大脑的恢复潜力从未像现在这样乐观过——不仅是短期恢复，而是影响更大的、损伤发生后几年甚至几十年的康复。

为了在以后的生命阶段中实现大脑恢复，需要实施有效的治疗和训练，这样伤者现在就能受益于康复性大脑康复。让人无法接受的是，成千上万的经历脑损伤的人生活在一种低于自身最佳能力的状态中，未能恢复自己的最大潜力。

大脑在损伤数年后仍能继续恢复和增强，这一点并未得到人们的广泛理解，虽然这一发现10多年前就已出现在科学杂志上。

■可塑性的力量

我们用了这么长的时间才到达这一阶段，主要有三方面的原因。

技术上的原因

脑成像技术在过去10年得到了巨大改进，但大脑科学家直到最近才

能利用敏锐的脑成像技术，对无论是药物治疗还是认知训练产生的大脑变化和脑激活模式进行衡量。当脑区开始重新交流时，能对它们进行视觉化衡量是一件极为鼓舞人心的事情。

短暂的大脑恢复时间窗口

人们曾普遍相信大脑恢复只局限于损伤发生后的一年，其中绝大部分康复发生于前3个月。这一证据为确定保险范围提供了指导原则。目前，大多数医疗保险终止于伤后3个月内，极少的例子能延伸至伤后6个月，至多12个月。这种保险覆盖时间是根据一种错误的大脑康复假设确定的，这种假设认为损伤一年后的恢复较为有限。[16]而最新的大脑科学研究发现应及时应用于临床实践，保险政策也应重新调整，延长覆盖时间，从而让大脑获得更高的康复水平，提高长期生产力。

训练计划很大程度上忽视了额叶功能的重建

大多数治疗方案集中在一些特定的认知过程上，以实现一些基本认知功能，例如记忆力或注意力。这种方法能使训练的具体技能得到改进，但这种改善很少能惠及复杂的认知功能，而这些能力是组织协调生活中的复杂问题，在家庭内部和外部社会维持健康关系所必需的。直到最近，人们对动态流体思维能力的训练仍不太关注，因为大脑康复专家的主流观点是认知技能重建应从基础能力开始。但最近几年有越来越多的证据显示，基础性的从下向上的训练方法并不奏效。这种低层次的训练很少能让病人康复至自己的最佳状态。

我的研究小组的一个重点是，让所有经历过脑损伤的人都能促进大脑健康和高水平的认知表现。在不远的将来，我们计划利用最新的技术平台，提供虚拟诊断评估和分散的长期训练，无论人们的受伤地点或住处在何处，都能得到长期检测，接受由最优秀的专家提供的最佳训练。

最令人兴奋的事情在于，有研究发现，对额叶认知控制过程进行训练后，大脑获得了相当大程度的重构和恢复。[17]还记得莱恩吗？他参与了我们的训练项目，我们教他如何更有效地吸收、管理和利用信息——这种技能对于学业成功和日常生活中的大脑整体功能至关重要。在损伤发生几个月后，我们对他大脑一些重要的认知、社交和情感功能能力进行了训练，并对恢复情况进行监测。

经过训练，莱恩在多个领域显示出进步，包括理解和表达阅读内容中重要观点的能力，利用关键思维技巧从复杂信息中提取深层意义的能力。而且他母亲说莱恩在一些我们并未特别训练的领域也取得了进步，包括情绪控制、开创性、工作记忆、计划以及组织能力等。这些进步极大改善了他的生活质量。

正如在我的研究生涯中一再发生的那样，人们令人惊叹的大脑恢复能力激励我不断更新自己的研究目标。大脑健康中心的科学家正在寻找各种方法以完成下面这些事情：

·增加人类的认知潜力。

·提升大脑优势和认知水平。

·开发和测试额叶训练方法。

·在损伤后修复和复原大脑认知健康。

·确保经过大脑康复的人能在一生中实现自己的最佳状态。

我们可以利用大脑的可塑性机制，使神经元产生变化，这些变化很多是有益的，有些则不一定。变化有神经递质层面，同样在最复杂的层面也有，即大脑的不同区域如何协同工作，完成任务——包括枝晶组织

和轴突组织中的细胞信号传导，细胞生长和变化等。

大脑是如何通过利用方式进行重构的，完整的答案仍有待探索，但我们知道这的确会发生，并会以不同方式进行。一些可能的方式包括：

·有时受损的脑区会痊愈；该区域的功能会重新恢复。

·而在其他一些时候，受损区域周围的一些区域会接管其功能。

·另一种可能是，相反一侧的大脑会从整体上接管之前由受损网络负责的功能。

·同样可能的还有，一些近乎新的或全新的大脑通道组合会开始支持曾受到破坏的认知功能。

大脑有着巨大的重构和重组可塑性。对失聪者大脑重构的研究就是一个很好的例子。[18]研究发现，失聪者负责听力的大脑区域会积极地参与视觉处理。这一具有革新意义的发现显示，听力严重受损的人的大脑会进行重新组织，听觉皮层不再积极参与听觉活动，而会处理复杂的视觉空间形态——通常这一过程是由视觉皮层处理的。虽然这种解释过于简单化，但大脑巨大的可塑性在此得到了充分体现。

世界各地的认知科学家在积极研究和开发具体的方法，目标是不但要培养健康大脑更强大的大脑功能，对受损大脑也要如此。科学在探寻各种方式，通过大脑训练或药物或二者组合，来大幅促进大脑恢复。我期待着科学研究能在未来10年内取得巨大进展，确定衡量和实现认知改进及支持这些进步的深层大脑机制的方法。

大脑的重构取决于大脑所受挑战的程度，这一点跟未受损伤的大脑相同。大脑可塑性的力量，尤其在伤后一年或之后的时间中，取决于思

维挑战的复杂程度，以及这些活动同现实的相关性。损伤发生更久以后，大部分大脑自发修复机制会陷入停顿或大幅减缓。如果遭遇脑损伤的个体主要利用低层次的思维活动进行训练，那么其重建的连接也会局限于这些活动中。如果遭遇脑损伤的个体通过锻炼高级思维和推理进行康复训练，根据我们的实验证据，他们有望能重构额叶网络来支持这些功能。由于大脑的认知水平受到挑战，大脑将会重构网络，在修复损失或减弱能力方面取得进展。[19]

约翰·普瑞格（John Prigg）曾是得克萨斯州高中的一名顶级摔跤手，经历过一次非常严重的头部损伤。“约翰被对手摔倒在地，先是头一侧，然后是头后部重重撞到垫子外的木地板上。这是一次事故，非常严重。”约翰的父亲说。约翰自己、他的家人以及照顾他的医务人员立刻发现他的记忆力受到了损伤。“他穿着摔跤服，正在进行摔跤比赛，却连自己是个摔跤手都记不起来了，这让人肝肠寸断，真是一种毁灭性的打击。”约翰的父亲告诉我。

他母亲还注意到其他一些问题。“不认识我儿子的人根本不知道他曾是一个外向的人——他以前喜欢跟人开玩笑，打打闹闹，开玩笑摔跤。但事故发生后，他看起来就像一个安静、害羞、畏缩的青少年，简直变了一个人。”

约翰进行了扩展治疗，要重新学习一些基本行为，例如吃饭和洗澡。他对于组织并流畅表达自己的想法感觉很吃力，但他下决心要改进自己的思维能力，从脑损伤中走出来，让生活继续向前进行。

在损伤发生5年之后，我们对他进行了12个小时的集中训练，结果约翰能更好地传达自己的想法，同人交流观点了。正如他自己说的，“我感觉自己能解决问题、组织想法，达成目标了。”训练后约翰的测试分数

说明了他的成功。他的策略性思维和组织能力改进了50%。这种转变性项目提供能改善生活质量的生活能力训练，帮助约翰以及其他像他这样经历过脑损伤的人思考得更敏锐、聪明，而非相反。

大脑的恢复时间可能是没有限制的，除非非常严重。

■大脑经济学

大脑损伤会带来高额的经济成本，因为未能重新培养更强大的大脑能力。而其中损失最大的是损伤程度最轻的人，因为他们：

·是最有可能恢复到伤前认知水平的人。

·是脑损伤中所占比重最大的人群（大约3/4的人为轻微脑损伤）。我们的研究显示，这部分人中的30%～40%会有持久的缺陷或后来逐渐显现的缺陷。

·通过及时训练，他们拥有很高的潜力过上一种富有生产力的生活。

美国脑损伤协会报告称，“虽然因脑损伤引起的情绪问题和身体问题所导致的花费无法估价，但脑损伤的经济成本则可以估价。脑损伤的金钱花费差别极大——据估计，轻微脑损伤要花85000美元；中等程度损伤要花941000美元；而严重脑损伤则为300万美元。从整体上看，美国每年外创性脑损伤的花费为483亿美元。”[20]

据疾病预防控制中心估算，美国脑损伤病人每年进行急性护理和康复的费用为90亿～100亿美元。[21]这还不包括社会和家庭的间接成本，包括同损失收入、工作时间、生产力以及提供社会服务相关的成本。脑损伤成本根据损伤程度及具体的长期影响不同而有很大差别，据估计严重外创性脑损伤病人一生的护理成本为60万～187.5万美元。

脑震荡以及其他一些更严重创伤性脑损伤病人很可能无法独立生活。一份在14个州进行的创伤性脑损伤需求调查报告称，1/3的人在伤后一年仍然需要大量帮助。

过往损伤所造成的大脑发育迟缓，其普遍程度难以估算，更不要提如果帮助病人恢复的大脑训练方案未能转换到日常锻炼和大脑护理上，大脑潜力在未来的损伤将是让人难以接受的。以前缺乏有效的长期治疗方案并不是因为大脑不能被修复。这种空白更是一种普遍流行错误观点的结果，这个看法认为大脑是一种僵化的器官，重新产生新神经元的能力有限——损伤后产生的新大脑连接更少。大脑被认为是一种固定的黑匣子——而不是一种拥有令人赞叹能力的器官，如果给予恰当程度的认知挑战，直到生命晚期都可以继续变化、被更改、被修复。

大脑表现即使只取得很小的进步，都能极大减少花费，更重要的是，能确保经历过脑损伤的人在生活中继续保持生产力。

2008年，斯坦利·弗朗西斯在一次摩托车事故中被重摔在地。虽然戴着头盔，但他被抛到30英尺的空中，然后脸部着地重重落下。经过几个小时的急诊，医生对他的身体受伤情况（肋骨几处断裂）进行了检查，确定大脑没什么严重急性创伤。庆幸自己大难不死，斯坦利就出院回家，并在几个星期后重返工作。

斯坦利第一次注意到自己认知上的变化是在办公室。“以前我的思维一直非常流畅，但在事故之后，我很难完成一个想法并坚持到底，”他说，“我第一次注意到自己人际交流方面的问题是在一次同客户的电话会议中，当时我被问到一个问题，我本来应该专业而全面地给以答复，但我只是突兀地搪塞过去，改变了话题。”

“结束那次电话会议后，一个同事建议我应该检查一下脑损伤的长期

影响。他的女儿在一次脑损伤后也有类似的问题，因此他对损伤的影响和治疗都很了解。”斯坦利说。

“事故发生之后，我们关心的主要是怎么让身体上的伤痊愈，”斯坦利的妻子卡罗尔对我说。“直到一年以后，我们才注意到其他一些问题。以前斯坦利非常善于消化分析信息，并以一种极富逻辑性的方式将其总结出来。但突然之间，他的思维似乎不再沿直线从A点达到B点，而是在开始之后，围绕一个个圆圈漫游，甚至可能永远不会达到B点。更重要的是，他以前个性温和，现在却在消极和进攻性之间来回摇摆。”

咨询了一名临床神经心理学家后，斯坦利根据建议来到大脑健康中心，这里的研究人员利用各种策略，目标是教会参与者如何更好地提高策略性注意力、信息综合能力以及创新能力，并设计了各种方法和策略，改善额叶的灵活性和功能。

“我一开始非常怀疑，”斯坦利说，“学习的那些处理过程在我看来太简单了，很难有什么效果。但两个课程之后，它们开始起作用了。”

只经过8个课程，斯坦利便发现自己的思维方式、应答深度以及在个人生活和工作中的问题解决能力有了改进。完成整个学习过程之后，他已将策略变成了自己日常生活中的一个内在组成部分。“它们的影响非常深刻”，他说。

斯塔利继续说，“我不想让自己被脑损伤定义，如果我没有完成这个项目，就不会了解管理日常生活所需要的那些策略。”

如果你在最近或几年前曾经历过脑损伤，这里有一些小方法，能帮助你利用大脑能力的有利条件，对其进行重构：

1.保持大脑刺激水平平衡。当大脑受到损伤时，需要积极的思维刺

激，来继续恢复失去的认知功能并修复大脑。但需要注意的是，思维挑战的水平既不能太低也不能太高，否则大脑会因单调或沮丧而陷于停顿。任务的难度等级应逐渐升高，以实现大脑重构。

2.增强策略性注意力。大脑受到损伤后，其中一些能力尤其容易下降或受损。为了弥补：

·将背景干扰降到最低。有干扰时，大脑需要更努力地运行，一面理解和快速处理信息输入，一面积极屏蔽外来干扰。如果不将妨碍思考的外在干扰降至最低，受损后的大脑更容易疲劳。

·避免同时做两件事情。大脑受损后同时做两件事情会变得更难，因此每次只专注于一项任务。

·确定自己最重要的两项任务；如有需要可以寻求其他人的帮助。待办事项过多，大脑会很快无力应对。

3.练习综合推理。大脑在受损后，如果接收过多细节信息会很快陷于停顿。练习将自己的一些宏观想法重述出来或写下来。这能为持续总结意义提供经验。这种练习还能极大提升大脑恢复和思维生产力的水平。综合推理还很有可能在日常生活中转变成更高水平的功能。

4.永远不要放弃。大脑在剩下的生命时间中可以继续重构。坚持寻找新方法，挑战自己的思维，以让大脑恢复到更高水平。

5.在大脑恢复过程中每年都期待取得新的突破。坚持研究，同可能促进大脑重构的最近科学发现保持一致。寻求专家帮助，获得关于下一步最佳措施的建议。我的设想是在不远的将来建立一个虚拟中心，无论人们身处何方，伤势多么严重，或损伤过去了多少年，都能够获得帮助。我的目标之一是让每个人都能有机会接触对他们的情况来说最优秀

的专家，获得关于如何实现最高水平思维和生活生产力的建议。通过未来若干年的技术进步，这种程度的连接是可以达到的。

脑损伤极为令人困扰，因为它同时拥有非同寻常的神秘性和大脑恢复尚未实现的巨大潜力。不幸的是，这种潜力基本上还未被开发。如果我们能降低这种美国首位致残原因的花费，想想将会对大脑经济产生多大的益处。减少脑损伤费用的最有效方法是完全预防。脑损伤是极少可预防的致命流行病之一。预防和恢复智力能力是可能实现的。

了解大脑

1.脑震荡是一种脑损伤。

2.额叶是在脑损伤中最容易受到伤害的一个大脑区域。

3.大脑在遭受脑震荡后，要采取措施使其完全恢复，以实现最佳表现水平和长期康复。

4.损伤后的持久缺陷或许很难检测出来，但伤者本人和周围的人通常会发现异样之处。

5.要付出巨大的努力，减轻问题、重构大脑，让伤者重新回到一种富有生产力的生活中。

6.大脑损伤的影响可能会在损伤发生几年之后慢慢显现出来。

7.从脑损伤中恢复过来是一个持续一生的过程，需要经常监测，以确保影响在缓解，同医疗机构对癌症病人的情况进行持续跟踪监测相似。

8.如能进行恰当水平的训练，损伤几年之后大脑也能恢复。

[1] 1英寸＝0.0254 米。

[2] 1英尺＝0.3048 米。

12　延缓老年痴呆症

我渴望自己被夺走的生活，由于对我能力的误解而被夺走的生活。我是一个人。我仍然存在。我有一个家庭。我渴盼友谊、快乐，和一双充满爱意之手的触摸。我所渴求的是自己剩余的生命能有意义。给我一些东西，让它们成为我活下去的动力！帮助我，让我强大而自由，直至生命的最后一天！

——一位患有老年痴呆症的无名人士

怎么才能辨别某种现象是正常的大脑故障，还是更严重的问题？

认知刺激和智力刺激对老年痴呆症是否具有预防作用？

既然得知自己患上一种无法治愈的疾病是毁灭性的，

早发现的好处是什么？

在进行性大脑疾病中，如何减缓认知退化的速度？

老年痴呆症在男性和女性身上的表现是一样的吗？

让患有痴呆症的人保持思维活跃会有帮助，还是会让他们感觉挫败？

老年痴呆症在公众和个人眼里的形象是一种毁灭性的疾病。由一些可怕的可能性组成。

·它会偷走你的身份、自我感觉、记忆和感受快乐的能力。

·掠夺你思考和辨认自己所爱之人的能力。

老年痴呆症是一种一旦被检测出来就被看作末期的严重大脑疾病。确诊后，人们通常将焦点放在逐渐退化的能力和不能再做的事情上，而不是重新培养能力，了解通过少许协助仍可能做到的事情。患者常常因确诊感觉羞辱，因为他们认为自己会因为过于健忘而让自己或他人陷于尴尬境地。而保留下来的能力却被遮蔽和忽视了，整个家庭开始终止曾经的生活。

但正是患有老年痴呆症的人给我上了关于大脑的深刻一课，并永远改变了我的事业。我仍然记得见到戴夫·福克斯（Dave Fox）的那一天。他既没预约，也没打招呼，径直走进了我的办公室。他几个星期前来过这里，拜访了我的一位同事。他接受了由神经学家、神经心理学家、脑成像专家、认知神经学家、语言语音病理学家和精神病学家进行的综合检查，试图寻找他越来越严重的唤词困难的根源所在。

戴夫现在六十出头，大名鼎鼎，在城市、商业和政治方面的成就能写满整整一本书。他是共和党全国代表大会的主席，一位县法官，全国最大的建筑商之一，一个大都会市中心地区的首要开发者，他甚至还重建了得克萨斯州博览会。但今天，他来这里是为了跟我讨论一个问题。他告诉我自己刚被确诊了老年痴呆症，需要我的帮助。

老年痴呆症被认为是一种毫无希望的疾病。但我们却在这种可怕的疾病中发现了希望。

我吃惊地睁大了眼睛，一边试图思考如何帮助这个我所在城市的英雄，对付这种令人恐惧的可怕疾病。但我不得不实话实说——我不知道怎么帮助他——并解释说老年痴呆症是一种进行性大脑疾病，除了他现在正在服用的药物，没有什么更好的办法能让情况变好。

但他继续说，既然我的机构帮助大脑有问题的人，而他的大脑仍能

运行，所以我们肯定能做些什么。我从未想过这种进行性大脑疾病是我所能减缓或阻止的，更不要说改善他的大脑功能了。

几年以前，我勉强将老年痴呆症加到我的研究范围中，以辨别认知正常的老年人和处于这种疾病早期阶段的老年人之间的异同。[1~3]我颇为犹豫是因为我觉得自己无法忍受同认知持续退化的患者一起工作。我曾特地选择了一种能发现增强大脑能力方法的大脑认知健康领域，而不是看着这些能力消失却无能为力。我不想沿着一条毫无希望的道路往下走。

但就是在这一天，戴夫永远改变了我对大脑健康的看法。我和我的一个研究生组成团队，同戴夫一起在接下来的三四年中同心协力、一起努力。我们三人的努力产生了巨大效果，使他得以更长久地密切参与自己的终身事业。在严重的唤词困难问题、严重的记忆缺陷以及其他复杂思维问题中，他仍能克服难关，实现每日的目标。他促使很多专业人士开始重新思考老年痴呆症——尤其是我。正是他激励我去寻找赞助资金，以系统性研究我们能否或能在多大程度上延缓患有渐进性大脑疾病病人的认知退化，以维持患者的日常功能和生活质量。

同老年痴呆病人一起工作是我人生中最具启发性的一段经历。我从老年痴呆病人身上学到的积极可能性，比从任何教科书或文章中学到的都要多。我现在不再将焦点放在病人的局限性身上，而是选择关注怎么做才能刺激他们的认知。

■阿尔茨海默症：基本知识

阿尔茨海默症是老年痴呆症最常见的一种形式，痴呆症是一个通用名称，指记忆力丧失和其他一些严重干扰日常生活的智力能力问题。阿尔茨海默症是一种进行性疾病，也就是说痴呆症状会在若干年内逐渐恶

化。在痴呆症早期，记忆力丧失比较轻微，但在后期，病人会失去交谈和回应周围环境的能力。患有老年痴呆症的病人从症状可以察觉开始，平均生存时间为8年，但根据年龄以及其他健康情况的不同，具体生存时间从4年到20年不等。

阿尔茨海默症是美国排名第6位的死亡原因。

阿尔茨海默症并不是衰老的正常组成部分，但大多数患有该种病症的人年龄都在65岁或以上。然而，痴呆症和阿尔茨海默症并不一定是老年人的专属病症。在诊断有阿尔茨海默症的病人中，1/10的人年龄低于65岁。有些病例的年龄甚至年轻至20多岁和30多岁。[4]

阿尔茨海默症占痴呆症病例的50%～80%。

■阿尔茨海默症和相关痴呆症的经济学问题

阿尔茨海默症是世界上增长速度最快的疾病之一。还有几百万的人患有其他形式的痴呆症，即导致可见、逐渐加重的健忘，逐渐恶化行为变化，以及越来越多决策失误的大脑失调症。

随着思考者一代渐趋衰老，他们对记忆问题的担心正超过对癌症的担心，对这些记忆问题的后续影响甚为忧虑（见第09章）。可治疗或无法治疗的认知退化是如今人们普遍关心和担忧的公共健康问题。

阿尔茨海默症对病人的认知功能和生活质量非常广泛的影响，对家庭和整个社会基础设施会造成极大的负担——既有情感方面，也有经济方面的。曾有人估计，如果我们能将痴呆症的发病年龄推迟两岁，由于阿尔茨海默症是一种衰老疾病，其患病率就能减少50%之多。想想由此节省的巨大花费。

据估计，作为老年人认知损伤主要导致因素的阿尔茨海默症，到21世纪中叶将会影响150万的美国人。

据阿尔茨海默症协会统计，平均每个病人一生的花费为174000美元。[5]这一数字会快速增加，据估计到2050年，医疗、长期护理、临终关怀的总费用将高达1.1万亿美元。

在2010年，照顾患有阿尔茨海默症或其他痴呆症的病人的花费接近2030亿美元。

目前阿尔茨海默症并没有治愈方法，因此我们如何才能延缓这种痴呆症？在第03章中，我们讨论了健康人进行大脑健康检查的重要性，以尽早发现弱点之处，进行功能恢复和重构，增强完好区域，保持认知健康。这就是我们所说的延缓——避免不必要和可预防的退化。在不可逆转的痴呆症中，世界上所有的积极认知刺激都无法阻止这种疾病。我们只是希望尽可能长久地利用保留下来的认知能力的有利条件。因此在这层意义上，我们应该努力发现方法：

·预防或阻止。

·减缓恶化速度。

·避免或抵御。

■为什么尽早发现非常重要

每个人都担心记忆力下降及其可能导致的问题。当前，尽早发现阿尔茨海默症，其治疗选择是最有效的。医学专家和研究人员将这种早期阶段称为轻微认知损害阶段。轻度认知下降包括轻微的记忆问题，从谈话或阅读材料中提取关键信息感觉吃力，或在复杂决策制定方面发生变

化等。

疾病才是真正的罪魁祸首！

阿尔茨海默症对病人本人以及关系亲近的人都是一种巨大的挑战。当你和某个人当面或在电话上进行了一次表面看起来似乎充满意义而流畅的谈话，但一小时候之后患有痴呆症的一方就将谈话中的重要观点忘得一干二净，这种时候尤其如此。我认识的一个阿尔茨海默症病人告诉我，他妻子常常失态地对他大吼大叫。当我问他怎么应对这种公开的受挫时，他令人心酸地说，“我不能责怪她。问题不在于她，也不在于我。罪魁祸首是这种疾病。我并没有感到受伤，因为她是朝这种疾病发怒——我也一样。”这句从一个患有中度阿尔茨海默症的病人嘴里说出来的智慧话语，充分展现了他完好的认知能力。

■改变对痴呆症的看法

基因肯定是阿尔茨海默症的一个发病因素，但我们是否采取或忽略了一些健康的习惯，也会对其产生重大影响。现有证据表明，继续教育、锻炼、保持思维活跃、维持较强的社交联系，对延缓痴呆症症状非常有益。[6~8]现有药物对阿尔茨海默症的作用仍存在较大争议，但有强大的证据支持这种观点——成年人应将坚持思维锻炼和身体锻炼作为一种终身习惯，以最大程度帮助大脑抵御痴呆症。即使对一些人来效果有限，这么做也没什么坏处；更不用说还有一些额外的好处，坚持锻炼能减轻孤独感和抑郁。

十多年以前，我开始试图从科学上证实，积极的思维刺激配合通常服用的药物，能否让早期或中期的阿尔茨海默患者受益。实验对象是阿尔茨海默症的确诊病人，他们被随机分到既接受思维刺激也服用药物的小组，或只服用药物的小组。实验结果显示，同只服用药物的小组相

比，既接受思维刺激也服用药物的小组在交流、行为能力及情绪状态方面的下降速度更慢。[9]那些被随机选中接受思维刺激的病人表现出更少的情感淡漠和易怒，生活质量得到一定改进。

我们可以通过选择利用思维的习惯，对自己的大脑进行神经重构，甚至在进行性大脑疾病中也可以，这着实令人惊叹。

这是最早说明在进行性大脑疾病早期保持或减缓退化速度方面，积极的思维刺激可能是一个待探索因素的实验之一。

患有阿尔茨海默症的病人很少接受药物以外的治疗。单纯使用药物其效果并不好。其中一些还会出现副作用，甚至反作用。在我们当前知识水平下，我们应该关注将药物同其他因素结合起来的组合疗法，像对心脑血管疾病那样重视生活方式因素，例如锻炼和饮食，以及保持认知活跃。

在研究生涯的每个阶段，我都能从病人身上学到最有意义的知识，他们的生活一直激励着我的研究。一位处于痴呆症早期、年龄小于65岁的病人告诉我：

你知道痴呆症最糟糕的地方是什么吗？因为被确诊为阿尔茨海默症，人们就很容易对我产生各种假设和偏见。就好像诊断和痴呆是一个单独的事件。在“正常”人那里会被一带而过的常见错误，放到我身上就会引起密切关注，被赋予新的意义和价值——所有这些都让人感觉羞辱。如果我有中风，那么人们不会因为我不能移动胳膊而大惊小怪。但当我记不起来事情时，每个人似乎都对我失望透顶——特别是我自己。

如果医学治疗能延长晚期癌症病人一至两年的生命，将会成为一项举世瞩目的成就。我了解这一点是因为我的第一任丈夫被诊断为白血病

后只活了六个月。如果能让他再活一两年，我愿意付出任何代价。积极的思维刺激，再加上药物，将阿尔茨海默病人大脑能力延长一到两年时间的可能性，对患者和他们爱的人来说也应作为一种同样重大的成就来庆贺。这些努力现在就应该应用到治疗实践中，改善病人的生活，协助为后代寻找改进预防方法、药物或基因疗法的研究努力。

■斯塔克俱乐部，发病年龄较低痴呆症患者的俱乐部

我的研究团队和我本人意识到，给病人内心注入希望，同时以科学研究为后盾，他们的生活将能得到极大改善。从认知训练实验中得到的证据，激励着我们的研究人员进一步扩展对阿尔茨海默症和其他相关痴呆症的努力，创建了斯塔克俱乐部，为患有阿尔茨海默症的病人及他们的家庭设立一个支持小组。俱乐部的名字来自创立成员之一坦普尔·斯塔克（Temple Stark），俱乐部成员在7年中增至50多人。他们形成一个新的阵地，以坚定的决心成为阿尔茨海默症的代言人，以改变人们对这种病症及患病者的态度。

疾病并非剥夺我们身份的凶手，而是我们周围用怜悯躲避或轻视我们的人。

——比尔·提尤埃尔，

斯塔克俱乐部成员

在奥德特·拉克利（Audette Rackley）温暖人心的书籍《我仍能大笑》（I Can Still Laugh）中，记录了小组成员在参与了一个干预项目后出现的积极改变。[10]训练教给了阿尔茨海默病人许多方法，在参与自己所重视活动的同时，还能帮助其他人。一个清晰的生命信息是，大多数阿尔茨海默症病人有一个跟健康人一样的愿望：渴望继续以一种富有意

义的方式对生活做出贡献。

“我们并非坐以待毙，而是寻找各种方法让生活更丰富。”

虽然很多人在确诊时感觉很受伤，但斯塔克俱乐部的成员在生活中发现了一种更深刻的意义，比他们预想的还要多。他们将注意力放在利用自己的能力上，志愿参与了一系列活动：给启智计划中的儿童阅读，帮人们建造无障碍专用斜坡，提供送餐服务，在疗养院担任调查员，在食品储藏室担任仓储员，以及担任老年人中心的接待员等。

秉持部分之和大于整体的信念，斯塔克俱乐部在奥德特·拉克利的领导下，开始写作一本书，分享他们学到的经验教训。他们希望能够激励其他人在确诊之后能继续保持自己的大脑优势。自从被迫加入同阿尔茨海默症和其他痴呆症的斗争中之后，俱乐部的成员们了解了各种策略，对抗并克服痴呆症所带来的战斗伤痕。

■斯塔克俱乐部的启迪

斯塔克俱乐部的成员和他们的护理人员将应对痴呆症的积极经验总结成书，提供了真实的生活案例，告诉人们如何不被确诊的绝望和无助击垮。下面是斯塔克俱乐部的一些有益启迪，更完整地表述在他们写作的书中。

·“适应记忆力及行为上的变化，而不是故意视而不见。”比尔·杜埃尔（Bill Tuel）在任何事情上都从未失败过，但在60岁时，他在工作上遇到了困难。作为一家世界500强企业的解决方案架构师，他的工作需要高水平的思维能力，但现在他却在自己曾经得心应手的工作上遇见了各种问题。他吃力地解决各种高级经营问题以及向客户展示。甚至一些常规任务对他来说，都间歇性地变得越来越困难。医生认为他的问题是由

压力过大导致的。人们最不会想到的就是阿尔茨海默症。但比尔和他的妻子卡罗尔非常清楚尽早诊断的重要性；知道了自己面对的病症，解除了不知问题根源的焦虑，盖过了得知自己患上阿尔茨海默症的绝望。

·“虽然能力可能发生变化，精神状态仍可以保持高昂。”你再也找不到一个比鲍勃·埃什巴夫更乐观的人了。虽然患有词义性痴呆——一种影响表达能力的额颞叶痴呆症，但他永远带着温暖的神情和明朗的笑容。他的妻子玛丽讲述了自己听到的一个故事，她认为这个故事完全诠释了鲍勃的精神。这个故事讲的是一个只知道黑暗的洞穴。有一天阳光邀请洞穴从黑暗中走出来，看看自己的光。洞穴在阳光中度过了快乐的一天，他想要回报这份好意。于是他决定邀请阳光到自己的洞穴中参观黑暗。阳光进入洞穴，大声问，“哪里有黑暗呀？”玛丽讲完故事后说，“这就是我从鲍勃那里学到的。他对待生活的方式就是早晨起来，做一天需要做的事情。我从他身上学到了许多……并且仍在继续学习。”

·“欣赏生活中的简单事物，记住每一天都是一份礼物。”当得知阿尔茨海默症的确诊消息时，道恩·菲德尼亚克、斯坦·菲德尼亚克以及他们的女儿无比绝望。斯坦从波兰移居美国，个性自信而骄傲，越战期间曾效力于海军陆战队。他热爱自己美国人的身份，珍视家庭的亲密。道恩回忆说，“确诊后的那段时间真的非常艰难，不过我们似乎比以前更珍惜一切了。现在我们会谈论生活中的琐碎小事，比以前任何时候都加珍惜家人在一起的时间。它提醒我每一天都是一份应该拥抱的礼物。”

斯塔克俱乐部的成员、他们的配偶及家庭都承认，阿尔茨海默症的确诊是他们迄今为止在生活中经历过的最有挑战性的一件事；但在学习如何应对新挑战的过程中，他们逐渐发现了自己的适应力和韧性。不要误解我的意思；他们很快会告诉你这个过程并不容易，这也不是他们想要的生活。但成为一个积极促进小组——斯塔克俱乐部——的一部分改

变了他们的生活道路，他们发现自己可以保持思维活跃甚至回馈他人，而不仅仅是成为这种疾病的受害者。

用其中一个护理人员的话来说，“我们都在寻找自己的生活目标，我们的挑战就是接受当前的情形作为自己的目的。当我记起这一点时，它能给我平静。听到充满希望的消息并记住什么是真正有意义的非常重要。”每一种生活都提供了无数机会，要么变得更加完整，要么被撕成碎片。斯塔克俱乐部的大多数成员现已过世，但他们留给我们一个永恒的遗赠，通过分享自己的故事，他们给了其他人激励和勇气，拥抱生活，在这令人畏惧的疾病中发现快乐。

■如何尽早进行大脑训练

正如我在前面的章节中提到的，确定一个大脑健康锻炼计划，在每一个生命阶段都非常重要。而最重要的是要有一个基础检查，以此为参照标准，尽可能早地发现认知下降或损失。在很多案例中，早期发现和积极治疗对减缓认知下降速度非常关键，并很有可能延缓痴呆症的发作。

尽早确诊甚至还可能让病人拥有一种更积极的态度。大脑健康中心最亲近的一个朋友带着自己的母亲来到中心，她说：

过去几年我发现她在某些方面的能力出现了下降。我的母亲非常聪明，仍能做几乎所有的事情，但我担心有些病症正在发展，并已对她造成了影响。她变得跟以前不一样了。但不论发现了什么，请你一定不要告诉她得了阿尔茨海默症。这个消息会毁了她。

不幸的是，做完全部检测，并经过研究小组和神经学专家的查看后，结论正是她所最害怕的。我们告诉她，她母亲的记忆问题很有可能

是由阿尔茨海默症导致的。虽然接受了痛苦的诊断，但她的母亲仍以一种有尊严、幽默而个性的方式度过了生命剩下的时间。

缩小现有认知水平同可能达到水平之间的差距，永远不会太早或太晚。我一直积极研究轻度认知损失最有说明性、不甚为人担心的症状，并检测大脑训练对其的影响，以形成一种有意义的大脑健康缓冲，来减缓甚至阻止认知退化。

我还研究了如果对有患病风险的人进行大脑训练，大脑会如何改变。实验目标是跟踪被试，看看哪些人的大脑能往一个更积极的方面发展，哪些人则会继续产生痴呆症。我们对利用脑影像技术揭示对治疗有回应的人和没有回应的人之间的差异很感兴趣，这些治疗或是认知、身体锻炼、药物治疗，或以上几者的组合。很多人的认知退化可以得到改进，我们想让尽可能多的人从中获益。

■延缓阿尔茨海默症认知退化的措施

坚持进行大脑刺激，尤其是额叶活动，并非延缓阿尔茨海默症的唯一途径。在保持认知功能的所有临床建议中，最经常被提到的一条就是进行身体锻炼。在一项随机控制实验中，实验对象为抱怨自己记忆力有问题的50岁以上的成年人，进行身体锻炼的被试在各方面都显示出了进步。同接受健康指导建议的控制小组相比，进行身体锻炼的小组在宏观认知分数上要高得多，延迟记忆分数也更好，同时也更少抑郁。

关于身体锻炼益处的研究显示出综合性的收益，海马区[11~13]（支持记忆力功能的一个区域）血流量增加，脑容量增加，延迟记忆得到改善，衡量最大肺活量的最大摄氧量测试显示身体健康水平明显提升。所有这些收益对任何痴呆症阶段的病人都可能产生积极影响。

生活方式习惯或许是实现最大认知潜力的最佳选择。不要忽视它们对健康大脑功能所具有的巨大影响力。

■如何帮助确诊患有阿尔茨海默症的亲人

确诊患上阿尔茨海默症后，大多数人都会快进生活，只考虑其消极方面，但记住这种病并非像你以前认为的那样意味着生活的完全中止也同样重要。在认知功能有所保留的区域保持大脑活跃以减缓认知变化至为关键。

当你看到某个患有阿尔茨海默症的人非常焦虑或恼怒，一般是因为他们处于一个或者夸大或者低估这种疾病的环境之中。确定阿尔茨海默症病人目前能够达到的最佳认知水平，有助于为他们设定合适任务和责任。所设立的任务需要具有一定程度的挑战性，以保持他们的积极性。我推荐下面一些方法，以在痴呆症的最早阶段延缓认知下降，维持以前积累的认知储备：

·坚持继续工作，时间越长越好。由于目前诊断的时间越来越早，因此人们继续工作的时间可能不仅仅是几个月或几天，而是几年。

·不过，一旦确诊之后，检查自己的长期伤残保险，以确保万一丢掉工作不会失去太多亟须的福利。

·利用并重视力量。

·将大脑最脆弱区域的功能委托给起协助作用的其他部分，例如短时记忆。

·敏锐区分状态好的日子和状态差的日子；所有大脑疾病都有波动性，因此要顺应这种波动。在状态好的日子做更多事情；在状态差的日

子休息并避免过于刺激性的环境。

·将自己的重要物品（例如钥匙和钱包）放在同一个地方，这样就不会因为经常找到东西而感到沮丧。

·在一个固定的地方，自己记下或让别人帮助记下需要了解的重要信息和约会。记录内容要充分，方便知道时间和名字代表什么意思。

·调整适应，尽可能减少和避免会导致焦虑的情形。

·不要试图做到自己以前能做到的所有事情；做更少的事情，这样能做得更好。

·在平静环境中，一次同一个人进行交流。

·尽可能将干扰降到最低，否则只会徒增困扰。

·不要躲避。对病情保密会耗费大量精力。没必要将病情告诉所有人，但如实告知家人和朋友会减少很多压力，帮助你将精力集中到参与生活上。

·珍惜今日。享受今天拥有的一切，而不是为明天担忧。你所担心的可能永远不会发生，将精力集中在自己现在能做的事情上，就能拥有更好的生活质量。

·寻找其他病友相互支持。拥有相似经历的人际网络能对你起到帮助作用，只有一个提醒：让自己身边充满正能量的人非常重要。

下面是一些刺激大脑和最大化独立程度的一些小贴士，并且不会让患病亲人超过疾病更严重阶段所能承受的范围。

·聊天，但要给出上下语境。不要说，“我们刚说过那个”，或“知道

是什么时候吗”。而要给出语境，例如“我们去年在海滩上的那次野餐……”这样记忆才能聚合起来。

·向他们咨询你的困境。询问他们，“你怎么想……”或“如果是你会怎么做”，患有阿尔茨海默症的病人在早期和中期阶段仍能保持智慧。而且他们乐于分享自己的智慧，这么做有助于他们保持自尊感。

·保持爱好。在患有阿尔茨海默症之前擅长的事情，一般也是他们在病中最擅长的事情。

·帮助他们开始任务。开始进行一些日常活动，如吃饭和穿衣，对患有阿尔茨海默的病人来说可能非常艰难。他们的大脑常常无法开始活动的第一步。但如果你能帮他们完成第一步，他们很可能就会继续下面的步骤，甚至完成整个任务。

·做一些保持尊严的活动。观看老电影，讨论以前的经历或假期，观看照片。看着一个患有阿尔茨海默症的人做一些儿童手工，例如用棉球做小兔子，令人感到羞辱。这不仅仅是保持忙碌的问题；更是被有尊严对待的问题。

·让他们保持参与。让他们参与谈话，但不要帮他们讲话。给他们充分的时间回应，不要问问题。对阿尔茨海默病人来说，能提供语境的陈述比回答问题更容易将想法联系起来。

·鼓励病人的成绩。不要将注意力放在他们的受损能力上，而要更多关注他们享受并仍能做到的事情。

·在一旁协助，但不要代替他们去做。阿尔茨海默症病人的家人和朋友常认为自己必须立刻干预并掌控病人的生活。事实完全不是这样。保持参与，并乐于提供帮助，但变化要循序渐进进行。

·试着尽可能正常地生活。病人及其家人在与阿尔茨海默症的抗争过程中，常会完全放弃原来正常的生活，剧烈改变原来的生活方式。其实保持原来的活动和人际关系非常重要。当某项活动对病人变得太过困难时，不要只是简单停止，而是进行一些变动，让他们能继续参与。

即使是在进行性大脑疾病中，也要考虑病人保存下来的功能。这样你会发现他们能做的事情仍有很多。我们可以改变自己对阿尔茨海默症的看法，帮助他们重获生活。

对阿尔茨海默症病人和他们的家人来说，确诊并不一定意味着生产力和生活质量的终结。在收到令人心碎的诊断之后，仍有很多事情可做。如果给病人注入希望，并以科学研究为支撑，他们的生活能得到极大改善，而在以前确诊似乎就意味着生活被彻底打败了。

受到戴夫·福克斯以及像他这样的病人的激励，我的目标是为被诊断患有这种毁灭性疾病的人提供希望——尽可能维持正常生活的希望，不但是为病人本身，还包括照料他们的人；为发现这种疾病的早期症状提供希望，并希望我们的研究能引导人们更好地理解阿尔茨海默症和其他痴呆症、认知功能保护以及大脑痊愈。

了解大脑

1.年龄本身并非是足以对日常生活功能产生有害影响的思维退化的原因。

2.激情是保持思维活跃的动力，即使在痴呆症中也是如此。

3.一生中坚持积累认知储备，是防止痴呆症状的重要因素——而且这么做的成本并不高。

4.刚好高于认知功能水平的积极思维刺激，能够减缓思维下降、增加连通性、降低焦虑和烦躁。

5.运动锻炼能帮助阿尔茨海默症病人降低焦虑和抑郁，并极有可能减缓认知下降速度。

6.未及时确诊或忽视阿尔茨海默症的发病可能性，会给患有该种疾病的人增加压力，导致他们对自己的能力运用过度，并试图利用各种策略掩盖缺陷。

7.一旦确诊之后就正面讨论病情——而非顾左右而言他，这对所有相关人员都有帮助。

第五部分　实现希望

13　开辟一条耀眼的道路，或向后倒退

大脑从不会停止发展或变化，从胚胎起就如此，并在一生中会一直如此。而这种能力或许代表了它的最大力量。

——詹姆斯·特菲尔（James Trefil），物理学家、作家

达到当前水平的个人表现始于大脑。

终极的个人表现起始和终结都在于你自己。你的决心程度能让大脑的认知能力达到最优。每一天的等待都是一个回报不断减少的赌博。大脑表现不会保持静止不变——要么下降、要么改善。变化的方向则取决于你——你挑战额叶智力能力的方式和程度。我知道你可能并未达到自己的最大认知潜力。今年你想要失去大脑的哪种价值？还是会采取必要的步骤，感受大脑的进步？

■一个希望

在这本书中，我的目标的是传达一个希望。可以学会以下事情的希望：

·增加自己的智力资本。

·提升自己的智能力量。

·建立认知储备。

·减缓大脑能力下降。

让这些希望变成现实取决于你。只是被动地阅读这本书，带着充满渴望的想法，希望不会有任何发展，而是需要你付出努力，立即采取行动并一直坚持。你的认知表现的命运掌握在你自己手中。你可以采取无数措施一直前进而非向后倒退。但大脑进步并不是简单地来自知道做什么；只有当你坚持不懈地练习策略，培养下面三种核心额叶处理过程时，它们才能实现：

·策略性注意力。

·综合推理。

·创新。

预防大脑退化取决于健康的日常大脑习惯和健康的生活。你最大的绊脚石很有可能是你自己——任由自己的大脑优势荒废掉。跟付出努力实现希望相反，你是否：

·采取不健康的、容易让思维感到压力的大脑习惯，未能优化高效的大脑表现，例如长期多任务处理或浅显地下载大量信息，认为更多、更快地获取信息能让自己变得更聪明？

·等待一种快速的解决方法——一种能让自己变得更聪明的灵丹妙药，而不是坚持进行更深刻、更有创新性的思考？

·错误地相信一种现在早已过时的传统看法，即自己的基础思维能力是不可改改变的？仍囿于自己以前的标签之中，认为自己不够聪明或太过平庸，无法成为___（空白处的内容你自己填上），从未挑战过错误的标签或认识到除了你自己没有人能够限制你的潜力。

你很有可能活到90岁或更大年龄。但你的大脑寿命是否同身体寿命

一致？我们已经清除了一种错误的设想——认为大脑即使每天懒懒散散、无所事事，也会一直保持强健，或者大脑工作得越努力，就会变得越聪明。我们对大脑的使用如此过度，导致它们变得筋疲力尽、苟延残喘。缩小大脑的间隙取决于你自己。你在缩小间隙方面付出越多努力，大脑经济效益的增长就会越大——即大脑进步带来的高额回报。

如果你想将某件事情做得更好，你会怎么做？你会一遍遍练习。通过加强练习，没有什么事情不能做得更好。通过采取第04章～第06章中以证据为基础的指导，你的大脑能力和个人表现将会得到重新激发、重新配置、重新塑造、重获活力——不论年龄是多少。从一个较高的水平开始训练，而不是从基础水平开始，能更充分地调动额叶的复杂能力。当你开始练习综合宏观观点，充分利用下面的思考能力时，你就能成为一个更优秀的问题解决者和决策者。

·开阔地思考。

·策略性地思考。

·技巧性地思考。

·全神贯注地思考。

·创新地思考。

·以一种更加综合的方式思考。

每个人都是聪明的，并且可以变得更聪明。你拥有改进自己认知表现的潜力——这是你最大的财富和最重要的才能。可以肯定地说，关于人类思维巨大潜力的重要启发，我主要是从参与研究的那些人身上学到的。在高认知水平的参与者和低认知水平的参与者身上我都曾目睹过巨

大的进步。他们的共通之处不在于基础认知水平，而是一种调动并锻炼复杂认知思维模式的坚定决心——持之以恒。

以军队精英人员为例。我曾从这些参与大脑训练研究的高认知表现人员身上学到许多东西。大脑健康训练团队的成员无一不被这些海豹突击队之类的军队退役人员的全情投入感染。他们不但为了保卫我们的自由而置自身安危于不顾，还努力在任何时间都保持最好的身体状态和思维状态。对于他们来说，状态下滑是不能接受的。作为一个群体，他们对身体的整体健康表现出一种非同寻常的投入，并且非常欢迎能有机会将极有前景的大脑训练加入到他们的高水平训练日程中。

以前，军队的大多数投资都用于培养和恢复军队人员令人赞叹的身体素质上。通过与他们合作，我的目标之一就是将优化内在智力加入到他们的训练计划中。正如其中一名成员所说的，“当我们发生了腿筋拉伤、肌肉撕裂或骨折，会进行加强训练，以重新恢复力量和最高水平的人体机能。我们从不停止锻炼。大脑就像每天都会使用的一块肌肉，那么我们为什么不更努力锻炼，来提升自己大脑的潜力呢？”

通过学习和坚持实践本章概述的9种大脑智能策略，你也能像那些军队精英人员一样，在以下方面保持高效的处理过程：

·学习新知识。

·内容吸收。

·项目设计和实施。

·问题解决。

·突破性思考。

·合理的决策。

你愿不愿意付出努力，收到最大的回报，还是宁愿向后倒退？尝试这些方法不会失去任何东西，却会产生巨大的收获。这本书关注的是你最重要和最有价值的内在资源——你的智力。读完这本书后，你的大脑习惯会发生什么样的变化？亲自测试科学的效用，看看明年自己能不能变得更聪明。你的大脑潜力是无穷的。

仅仅选择培养某一种思维处理过程是远远不够的。正如图13-1所示的，所有三个认知领域都提供了一种处理过程，协同一致地发挥作用，以让你思考得更灵活——而非更艰难。

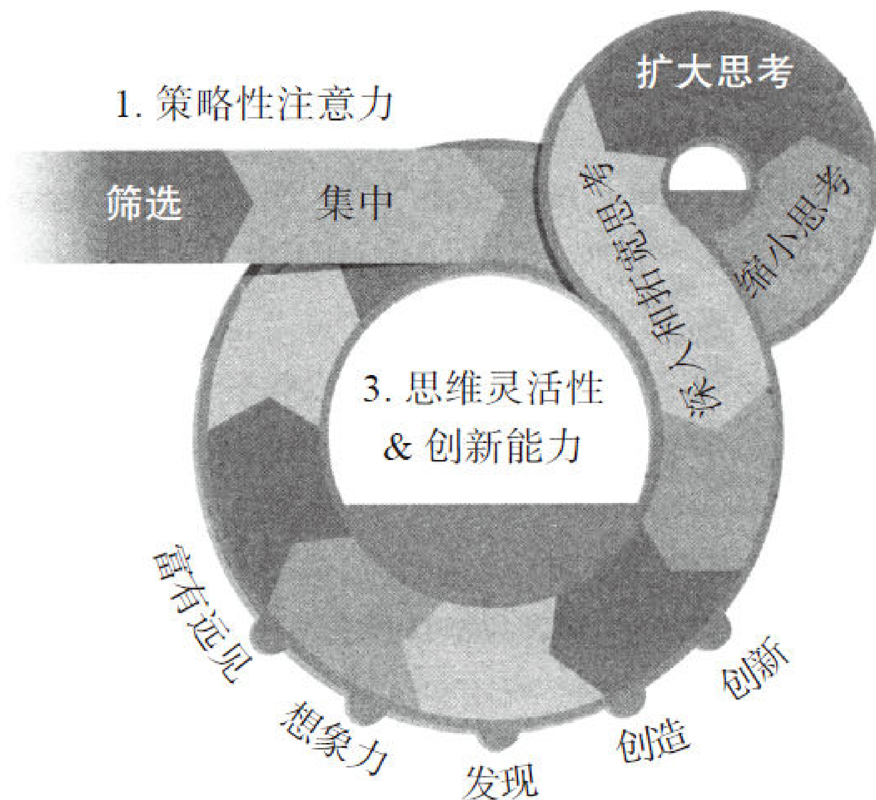


图13-1　策略性思考

■本书讨论的9种智能简述

策略性注意力——管理智能

·无的智能

·利用沉默深入思考，解决棘手问题。

·当思维遇到阻碍时，让大脑安静下来、恢复活力，寻找创新的解决办法。

·一的智能

·每次只处理一项任务，即使只有很短的时间间隔。按次序处理任务而不是同时处理多项任务。

·二的智能

·选出每天最重要的两项任务作为重中之重。

确定每天大脑状态最好的一段时间，将其中大部分用于处理最重要的两项任务。在休息或需要转换思维时，处理必要但重要性较低的任务。不要让次要任务占据大部分时间。

综合推理——利用变焦的动态智能

·缩小

·了解信息。

·获取事实；了解需要哪些信息。

·扩大

·做一个策略性思考者。

·分辨较大的观念、多种视角和宏观主题。

·深入和拓宽

·做一个战术性思考者，知道什么时候应用知识，什么时候不应用。

·利用大胆、更深入和更具策略性的思考，规划出更广泛的创新应用。

创新能力——利用大脑的想象力

·无限的智能

·可能性是无穷无尽的。

·将分散的观点组合成一系列概念、讨论和方向。

·矛盾的智能

·不被失败阻止或妨碍的韧性，是在创造力和创新性方面取得巨大进展的动力。

·从错误中反思，重建和学习。错误比成功说明的东西更多。

·未知的智能

·问为什么以及如果……会怎么样。

·寻求改变，不要让大脑处于自动运行状态。让大脑保持积极主动和好奇，从已知引向未知。

你是自己智能的CEO，即认知执行官（Cognitive Entrepreneur Officer），你控制着对自己大脑进行神经重构的方式。你决定每一天自己是否能：

·增加自己的智力资本。

·进行认知储备。

·消耗已有的储备，直至消耗殆尽。

每一天，问自己这些问题：

·我是否往自己的大脑账户中增加了储蓄？

·我增加的储蓄是否有价值？

·我能否提升自己的思维能力水平？

你的所作所为对大脑成长潜力的影响比基因组成、性别或天生智力的影响更大。科学发现的速度越来越快，但将发现应用于实践的速度很慢。证据足够具有说服力，从今天开始树立并保持提升大脑表现的决心——坚持每天如此。你可以设计重构精密的大脑，推动自己达到最高的认知表现水平。

通过积极并坚持进行复杂思维思考，成为一个大脑健康的倡导者和热心实践者。开始收获你的投资回报吧！将大脑放在健康习惯的中心地位。通过坚持不懈的努力，你的认知表现将会取得卓有成效的进步，更不用说这还能增强你的功能性和结构性大脑网络。

你拥有最伟大的才能和最丰富的自然资源——超越表面信息进行深入思考和进行复杂决策的能力。不要向后倒退。保持大脑健康，让自己巨大的认知能力变成现实。进步将是极为深入的。

海豹突击队成员摩根·勒特雷尔曾发问：

如果你像锻炼自己的身体那样锻炼大脑，大脑能力能够提升到什么程度？

了解更多的方法和建议请访问makeyourbrainsmarter.com。

注释

前言

1. Jaeggi, S. M., M. Buschkuehl, J. Jonides, and W. J. Perrig. 2008. "Improving fluid intelligence with training on working memory." Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 105(19): 6829–33.
2. Sternberg, R. J. 2008. "Increasing fluid intelligence is possible after all." Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 105(19): 6791–92.
3. Diamond, A. and K. Lee. 2011. "Interventions shown to aid executive function development in children 4 to 12 years old." *Science* 333(6045): 959–64.
4. Kuszewski, A. 2011. "You can increase your intelligence: 5 ways to maximize your cognitive potential." "Guest Blog," *Scientific American.*
5. Preusse, F., E. Van der Meer, G. Deshpande, F. Krueger, and I. Wartenburger. 2011. "Fluid intelligence allows flexible recruitment of the parieto-frontal network in analogical reasoning." *Frontiers in Human Neuroscience* 5(22).
6. Ramsden, S., F. M. Richardson, G. Josse, M. S. C. Thomas, C. Ellis, C. Shakeshaft, M. L. Seghier, and C. J. Price. 2011. "Verbal and non-verbal intelligence changes in the teenage brain." *Nature* 479(7371): 113–16.
7. Wilson, R. S., E. Segawa, P. A. Boyle, and D. A. Bennett. 2012. "Influence of late-life cognitive activity on cognitive health." *Neurology* 78(15): 1123–29.
8. Chapman, S. B., J. Zientz, M. Weiner, R. Rosenberg, W. Frawley, and M. H. Burns. 2002. "Discourse changes in early Alzheimer disease, mild cognitive impairment, and normal aging." *Alzheimer Disease and Associated Disorders* 16(3): 177–86.

9. Chapman, S. B., R. Anand, G. Sparks, and C. M. Cullum. 2006. "Gist distinctions in healthy cognitive aging versus mild Alzheimer's disease." *Brain Impairment* 7: 223–33.
10. Anand, R., S. B. Chapman, A. Rackley, M. Keebler, J. Zientz, and J. Hart. 2011. "Gist reasoning training in cognitively normal seniors." *International Journal of Geriatric Psychiatry* 26(9): 961–68.
11. Cook, L. G., R. DePompei, and S. B. Chapman. 2011. "Cognitive communicative challenges in TBI: Assessment and intervention in the long term." *ASHA Perspectives* 21(1): 33–42.
12. Gamino, J., S. B. Chapman, E. L. Hull, G. R. Lyon, G. R. 2010. "Effects of higher-order cognitive strategy training on gist reasoning and fact learning in adolescents." *Frontiers in Educational Psychology* 1.
13. Vas, A. K., S. B. Chapman, L. G. Cook, A. C. Elliott, and M. Keebler. 2011. "Higher-order reasoning training years after traumatic brain injury in adults." *The Journal of Head Trauma Rehabilitation* 26(3): 224–39.
14. Chapman, S. B., C. W. Cotman, H. M. Fillit, M. Gallagher, and C. H. van Dyck. 2012. "Clinical trials: New opportunities." *Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*: 1–13.
15. Chapman, S. B., S. Aslan, E. Kanter, R. A. Mudar, M. Keebler, and C. Gardner. (In process.) "Capitalizing on brain and cognitive plasticity with complex mental activity in adults." To be submitted to *Annals of Neurology*.
16. Horn, J. L. 1982. "The aging of human abilities." In B. B. Wolman, ed., *Handbook of Developmental Psychology*, pp 847–70 Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall, 1982.

17. Hanushek, E. A. and L. Woessmann. 2011. "How much do educational outcomes matter in OECD countries?" *Economic Policy* 26(67): 427–91.
18. Ulatowska, H. K., S. B. Chapman, A. P. Highly, and J. Prince. 1998. "Discourse in healthy old-elderly adults: A longitudinal study." *Aphasiology* 12(7/8): 619–33.
19. Valenzuela, M. J., M. Breakspear, and P. Sachdev. 2007. "Complex mental activity and the aging brain: Molecular, cellular and cortical network mechanisms." *Brain Research Reviews* 56(1): 198–213.
20. Anand, R., S. B. Chapman, A. Rackley, and J. Zientz. 2011. "Brain health fitness: Beyond retirement." *Educational Gerontology, International Journal* 37(6): 450–66.
21. Anand, R., M. A. Motes, M. J. Maguire, P. S. Moore, S. B. Chapman, and J. Hart. 2009. "Neural basis of abstracted meaning." *Neurobiology of Language*, Chicago, IL.
22. Roldan-Tapia, L., J. Garcia, R. Canovas, and I. Leon. 2012. "Cognitive re-

serve, age, and their relation to attentional and executive functions." *Applied Neuropsychology* 19(1): 2–8.

第一部分　发现额叶的前沿

01　大脑，你的生产力

1. Anand, R., S. B. Chapman, A. Rackley, M. Keebler, J. Zientz, and J. Hart. 2011. "Gist reasoning training in cognitively normal seniors." *International Journal of Geriatric Psychiatry* 26(9): 961–68.
2. Gamino, J., S. B. Chapman, E. L. Hull, G. R. Lyon. 2010. "Effects of higher-order cognitive strategy training on gist reasoning and fact learning in adolescents." *Frontiers in Educational Psychology* 1.
3. Roldan-Tapia, L., J. Garcia, R. Canovas, and I. Leon. 2012. "Cognitive reserve, age, and their relation to attentional and executive functions." *Applied Neuropsychology* 19(1): 2–8.
4. Chapman, S. B., C. W. Cotman, H. M. Fillit, M. Gallagher, and C. H. van Dyck. 2012. "Clinical trials: New opportunities." *Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*: 1–13.
5. Chapman, S. B., S. Aslan, E. Kanter, R. A. Mudar, M. Keebler, and C. Gardner. (In process.) "Capitalizing on brain and cognitive plasticity with complex mental activity in adults." To be submitted to *Annals of Neurology*.
6. Braver, T. S. 2012. "The variable nature of cognitive control: a dual mechanisms framework." *Trends in Cognitive Sciences* 16(2): 106–13.
7. Kruglanski, A. W., J. J. Belanger, X. Y. Chen, C. Kopetz, A. Pierro, L. Mannetti. 2012. "The energetics of motivated cognition: A force-field analysis." *Psychological Review* 119(1): 1–20.
8. Chapman, Aslan, et al. "Capitalizing on brain and cognitive plasticity with complex mental activity in adults."

9. Valenzuela, M. J., M. Breakspear, and P. Sachdev. 2007. "Complex mental activity and the aging brain: Molecular, cellular and cortical network mechanisms." *Brain Research Reviews* 56(1): 198–213.
10. Lewis, C. M., A. Baldassarre, G. Committeri, G. L. Romani, and M. Corbetta. 2009. "Learning sculpts the spontaneous activity of the resting human brain." Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 106(41): 17558–63.
11. Greenwood, P. M., and R. Parasuraman. 2010. "Neuronal and cognitive plasticity: A neurocognitive framework for ameliorating cognitive aging." *Frontiers in Aging Neuroscience* 2: 150.

12. Seeley, W. W., V. Menon, A. F. Schatzberg, J. Keller, G. H. Glover, H. Kenna, et al. 2007. "Dissociable intrinsic connectivity networks for salience processing and executive control." *Journal of Neuroscience* 27(9): 2349–56.
13. Hanushek, E. A. and L. Woessmann. 2011. "How much do educational outcomes matter in OECD countries?" *Economic Policy* 26(67): 427–91.
14. Roldan-Tapia et al. "Cognitive reserve, age, and their relation to attentional and executive functions," 2–8.
15. Kruglanski et al. "The energetics of motivated cognition: A force-field analysis," 1–20.
16. Preusse, F., E. Van der Meer, G. Deshpande, F. Krueger, and I. Wartenburger. 2011. "Fluid intelligence allows flexible recruitment of the parieto-frontal network in analogical reasoning." *Frontiers in Human Neuroscience* 5(22).
17. Seeley et al. "Dissociable intrinsic connectivity networks for salience processing and executive control," 2349–56.
18. Badre, D. and M. D'Esposito. 2009. "Is the rostro-caudal axis of the frontal lobe hierarchical?" *Nature Reviews, Neuroscience* 10(9): 659–69.
19. Christoff, K., K. Keramantian, G. Alan, R. Smith, and B. Madler. 2009. "Prefrontal organization of cognitive control according to levels of abstraction." *Brain Research* 1286: 94–105.
20. Stuss, D. T. 2011. "Functions of the frontal lobes: Relation to executive functions." *Journal of the International Neuropsychological Society* 17(5): 759–65.
21. Collins, A. and E. Koechlin. 2012. "Reasoning, learning, and creativity: frontal lobe function and human decision-making." *PLoS Biology* 10(3): e1001293.

02 额叶的健康规则

1. Braver, T. S. 2012. "The variable nature of cognitive control: a dual mechanisms framework." *Trends in Cognitive Sciences* 16(2): 106–13.
2. Collins, A. and E. Koechlin. 2012. "Reasoning, learning, and creativity: frontal lobe function and human decision-making." *PLoS Biology* 10(3): e1001293.
3. Mozolic, J. L., A. B. Long, A. R. Morgan, M. Rawley-Payne, and P. J. Laurienti. 2011. "A cognitive training intervention improves modality-specific attention in a randomized controlled trial of healthy older adults." *Neurobiology of Aging* 32(4): 655–68.
4. Gogtay, N., J. N. Giedd, L. Lusk, K. M. Hayashi, D. Greenstein, A. C. Vaituzis, et al. 2004. "Dynamic mapping of human cortical development during childhood through early adulthood." Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 101(21): 8174–79.
5. Casey, B. J., N. Tottenham, C. Liston, and S. Durston. 2005. "Imaging the developing brain: What have we learned about cognitive development?" *Trends in Cognitive Science* 9(3): 104–10.
6. Diamond, A. 2011. "Biological and social influences on cognitive control processes dependent on prefrontal cortex." *Progress in Brain Research* 189: 319–39.
7. Keating, D. P. 2004. "Cognitive and brain development." In R. J. Lerner and L. D. Steinberg (Eds.), *Handbook of Adolescent Psychology* (2nd ed). Hoboken, NJ: Wiley: 45–84.
8. Badre, D. and M. D'Esposito. 2009. "Is the rostro-caudal axis of the frontal lobe hierarchical?" *Nature Reviews, Neuroscience* 10(9): 659–69.
9. Stuss, D. T. 2011. "Functions of the frontal lobes: Relation to executive functions." *Journal of the International Neuropsychological Society* 17(5): 759–65.
10. Goel, V. and R. J. Dolan. 2003. "Reciprocal neural response within lateral and ventral medial prefrontal cortex during hot and cold reasoning." *NeuroImage* 20: 2314–21.
11. Carlile, P. R. 2004. "Transferring, translating, and transforming: An integrative framework for managing knowledge across boundaries." *Organization Science* 15(5): 555–68.
12. Jung-Beeman, M., E. M. Bowden, J. Haberman, J. L. Frymiare, S. Arambel-Liu, R. Greenblatt, et al. 2004. "Neural Activity When People Solve Verbal Problems with Insight." *PLoS Biology* 2(4): 500–510.

13. Baltes, P. B. and U. M. Staudinger. 2000. "Wisdom: A metaheuristic (pragmatic) to orchestrate mind and virtue toward excellence." *American Psychologist* 55(1): 122–36.
14. Sandku, S. and J. Bhattacharya. 2008. "Deconstructing insight: EEG correlates of insightful problem solving." *PLoS ONE* 3(1): e1459.
15. Sternberg, R. J. 2008. "Increasing fluid intelligence is possible after all." Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 105(19): 6791–92.
16. Norman, D. A. and T. Shallice. 1983. "Attention to action—Willed and automatic-control of behavior." *Bulletin of the Psychonomic Society* 21(5): 354.
17. Eyrolle, H. and J. M. Cellier. 2000. "The effects of interruptions in work activity: Field and laboratory results." *Applied Ergonomics* 31: 537–43.
18. Mark, G., V. M. Gonzalez, and J. Harris. 2005. "No Task Left Behind? Examining the Nature of Fragmented Work." CHI 2005 | PAPERS: Take a Number, Stand in Line (Interruptions & Attention 1): 321–30.
19. Glascher, J., D. Rudauf, R. Colom, L. K. Paul, D. Tranel, H. Damasio, and R. Adolphs. 2010. "Distributed neural system for general intelligence revealed by lesion mapping." Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 107(10): 4705–9.
20. Dreher, J-C., E. Koechlin, S. O. Ali, and J. Grafman. 2002. "The roles of timing and task order during task switching." *NeuroImage* 17: 95–109.
21. Kuchinskas, S. 2008. "Multitasking is a myth: Your brain is actually rapidly switching focus from one task to another." *WebMD the Magazine*: 1–2.
22. Kruglanski, A. W., J. J. Belanger, X. Y. Chen, C. Kopetz, A. Pierro, and L. Mannetti. 2012. "The energetics of motivated cognition: A force-field analysis." *Psychological Review* 119(1): 1–20.
23. Cattell, R. B. 1971. *Abilities: Their Structure, Growth and Action*. Boston: Houghton-Mifflin.
24. Levine, B., I. H. Robertson, L. Clare, G. Carter, J. Hong, B. A. Wilson, et al. 2000. "Rehabilitation of executive functioning: An experimental-clinical validation of goal management training." *Journal of the International Neuropsychological Society*, 6(3): 299–312.
25. Sternberg. "Increasing fluid intelligence is possible after all," 6791–92.
26. Lewis, C. M., A. Baldassarre, G. Committeri, G. L. Romani, and M. Corbetta. 2009. "Learning sculpts the spontaneous activity of the resting human brain." Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 106(41): 17558–63.

27. Badre and D'Esposito. "Is the rostro-caudal axis of the frontal lobe hierarchical?" 659–669.
28. Diamond. "Biological and social influences on cognitive control processes dependent on prefrontal cortex," 319–39.
29. Carlile. "Transferring, translating, and transforming: An integrative framework for managing knowledge across boundaries," 555–68.
30. Burgess, P. W., E. Veitcha, A. L. Costello, and T. Shallice. 1999. "The cognitive and neuroanatomical correlates of multitasking." *Neuropsychologia* 38(2000): 848–63.
31. De Kloet, E. R., M. Joels, and F. Holsboer. 2005. "Stress and the brain: From adaptation to disease." *Nature Reviews, Neuroscience* 6(6): 463–75.
32. Clark, K. and R. Smith. 2008. "Unleashing the Power of Design Thinking." *Design Management Review* Summer: 8–15.

33. Clark and Smith."Unleashing the Power of Design Thinking," 8–15.
34. Begley, S. 2007. "New research finds some brain functions actually improve with age. Our reporter on delayed retirement and how to stay sharp." *Wall Street Journal* online, W1.
35. Scardamalia, M. and C. Bereiter. 2008. "Pedagogical biases in educational technologies." *Educational Technology* XLVIII(3): 3–11.
36. Christoff, K., K. Keramantian, G. Alan, R. Smith, and B. Madler. 2009. "Prefrontal organization of cognitive control according to levels of abstraction." *Brain Research* 1286: 94–105.
37. Stuss. "Functions of the frontal lobes: Relation to executive functions," 759–65.
38. Goel and Dolan. "Reciprocal neural response within lateral and ventral medial prefrontal cortex during hot and cold reasoning," 2314–21.
39. Glascher et al. "Distributed neural system for general intelligence revealed by lesion mapping," 4705–9.
40. Saladin, K. 2007. *Anatomy and Physiology: The Unity of Form and Function.* New York: McGraw Hill.
41. Dumitriu, D., J. Hao, Y. Hara, J. Kaufmann, W. G. M. Janssen, W. Lou, et al. 2010. "Selective changes in thin spine density and morphology in monkey prefrontal cortex correlate with aging-related cognitive impairment." *Journal of Neuroscience* 30(22): 7507–15.

42. Grossmann, I., J. Na, M. E. W. Varnum, D. C. Park, S. Kitayama and R. E. Nisbett. 2010. "Reasoning about social conflicts improves into old age." Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 107(16): 7246–50.
43. Raz, N., A. Williamson, F. Gunning-Dixon, D. Head, and J. D. Acker. 2000. "Neuroanatomical and cognitive correlates of adult age differences in acquisition of a perceptual-motor skill." *Microscopy Research and Technique* 51(1): 85–93.
44. Miller, E. K. 2000. "The prefrontal cortex and cognitive control." *Nature Reviews, Neuroscience* 3(11): 1066–68.
45. Giedd, J. N., L. S. Clasen, R. Lenroot, D. Greenstein, G. L. Wallace, S. Ordaz, et al. 2006. "Puberty-related influences on brain development." *Molecular and Cellular Endocrinology* 254–255: 154–62.
46. Diamond, A. and K. Lee. 2011. "Interventions shown to aid executive function development in children 4 to 12 years old." *Science* 333(6045): 959–64.
47. Kruglanski et al. "The energetics of motivated cognition: A force-field analysis," 1–20.

48. Kuchinskas. "Multitasking is a myth: Your brain is actually rapidly switching focus from one task to another," 1–2.
49. Burgess. "The cognitive and neuroanatomical correlates of multitasking," 848–63.
50. Ophir, E., C. Nass, and A. D. Wagner. 2009. "Cognitive control in media multitaskers." Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 106(37): 15583–87.
51. Ophir et al. "Cognitive control in media multitaskers," 15583–87.
52. Van der Linden, D., M. Frese, and T. F. Meijman. 2003. "Mental fatigue and the control of cognitive processes: effects on perseveration and planning." *Acta Psychologica* 113: 45–65.
53. Sternberg. "Increasing fluid intelligence is possible after all," 6791–92.
54. Valenzuela, M. J., M. Breakspear, and P. Sachdev. 2007. "Complex mental activity and the aging brain: Molecular, cellular and cortical network mechanisms." *Brain Research Reviews* 56(1): 198–213.
55. Begley. "New research finds some brain functions actually improve with age. Our reporter on delayed retirement and how to stay sharp," W1.
56. Gould, E., A. Beylin, P. Tanapat, A. Reeves, and T. J. Shors. 1999. "Learning enhances adult neurogenesis in the hippocampal formation." *Nature Neuroscience* 2(3): 260–5.
57. Gould, E., P. Tanapat, N. B. Hastings, and T. J. Shors. 1999. "Neurogenesis in adulthood: A possible role in learning." *Trends in Cognitive Sciences* 3(5): 186–92.

58. Cracchiolo, J. R., T. Mori, S. J. Nazian, J. Tan, H. Potter, and G. W. Arendash. 2007. "Enhanced cognitive activity—over and above social or physical activity—is required to protect Alzheimer's mice against cognitive impairment, reduce Abeta deposition, and increase synaptic immunoreactivity." *Neurobiology of Learning and Memory* 88: 277–94.
59. Gilkey, R. and C. Kilts. 2007. "Cognitive Fitness." *Harvard Business Review*: 1–9.
60. Sternberg. "Increasing fluid intelligence is possible after all," 6791–92.
61. Greenwood, P. M. and R. Parasuraman. 2010. "Neuronal and cognitive plasticity: A neurocognitive framework for ameliorating cognitive aging." *Frontiers in Aging Neuroscience* 2: 150.
62. Paavola, S. and K. Hakkarainen. 2005. "The knowledge creation metaphor—An emergent epistemological approach to learning." *Science & Education* 14: 535–57.

63. Horn, J. L. 1982. "The aging of human abilities." In *Intelligence: Measurement, Theory and Public Policy,* edited by B. B. Wolman, 29–73. Urbana: University of Illinois Press.
64. Hedden, T. and J. D. Gabrieli. 2004. "Insights into the ageing mind: a view from cognitive neuroscience." *Nature Reviews, Neuroscience* 5(2): 87–96.
65. Grady, C. L., M. V. Springer, D. Hongwanishkul, A. R. McIntosh, and G. Winocur. 2006. "Age-related changes in brain activity across the adult lifespan." *Journal of Cognitive Neuroscience* 18(2): 227–41.
66. Salthouse, T. A. 2006. "Aging of thought." In E. Bialystok and F. I. M. Craik (eds.), *Lifespan cognition: Mechanisms of change.* NY: Oxford University Press.
67. Salthouse, T. A. 2011. "Neuroanatomical substrates of age-related cognitive decline." *Psychological Bulletin* 137(5): 753–84.
68. Craik, F. M. and A. M. Schloerscheidt. 2011. "Age-related differences in recognition memory: Effects of materials and context change." *Psychology and Aging* 26(3): 671–77.
69. Lewis, C. M., A. Baldassarre, G. Committeri, G. L. Romani, and M. Corbetta. 2009. "Learning sculpts the spontaneous activity of the resting human brain." Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 106(41): 17558–63.
70. Greenwood, P. M. and R. Parasuraman. 2010. "Neuronal and cognitive plasticity: A neurocognitive framework for ameliorating cognitive aging." *Frontiers in Aging Neuroscience* 2: 150.

71. Mozolic, J. L., A. B. Long, A. R. Morgan, M. Rawley-Payne, and P. J. Laurienti. 2011. "A cognitive training intervention improves modality-specific attention in a randomized controlled trial of healthy older adults." *Neurobiology of Aging* 32(4): 655–68.
72. Ball, K., D. B. Berch, K. F. Helmers, J. B. Jobe, M. D. Leveck, M. Marsiske, et al. 2002. "Effects of cognitive training interventions with older adults: A randomized controlled trial." *Journal of the American Medical Association* 288(18): 2271–81.
73. Hartman-Stein, P. and E. Potkanowicz. 2003. "Behavioral determinants of healthy aging: Good news for the baby boomer generation." *Online Journal of Issues in Nursing* 8(2), Manuscript 5.
74. Acevedo, A. and D. A. Loewenstein. 2007. "Nonpharmacological cognitive interventions in aging and dementia." *Journal of Geriatric Psychiatry and Neurology* 20(4): 239–49.

75. Valenzuela, Breakspear, and Sachdev. "Complex mental activity and the aging brain: Molecular, cellular and cortical network mechanisms," 198–213.
76. Lewis, C. M. A. Baldassarre, G. Committeri, G. L. Romani, and M. Corbetta. 2009. "Learning sculpts the spontaneous activity of the resting human brain." Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 106(41): 17558–63.
77. Wilson, R. S., C. F. M. de Leon, L. L. Barnes, J. A. Schneider, J. L. Bienias, D. A. Evans, and D. A. Bennett. 2002. "Participation in cognitively stimulating activities and risk of incident Alzheimer disease." *Journal of the American Medical Association* 287(6): 742–48.
78. Ulatowska, H. K., S. B. Chapman, A. P. Highly, and J. Prince. 1998. "Discourse in healthy old-elderly adults: A longitudinal study." *Aphasiology* 12(7/8): 619–33.
79. Greenwood and Parasuraman. "Neuronal and cognitive plasticity: A neurocognitive framework for ameliorating cognitive aging," 150.
80. Mozolic et al. "A cognitive training intervention improves modality-specific attention in a randomized controlled trial of healthy older adults," 655–68.
81. Begley. "New research finds some brain functions actually improve with age. Our reporter on delayed retirement and how to stay sharp," W1.
82. Grossmann et al. "Reasoning about social conflicts improves into old age," 7246–50.
83. Guttman, M. 2001. "The Aging Brain." *USC Health Magazine* (Spring). http://www.usc.edu/hsc/info/pr/hmm/01spring/brain.html.
84. Guttman. "The Aging Brain."
85. MacMillan, M. 2000. *An Odd Kind of Fame: Stones of Phineas Gage*. Cambridge: MIT Press.
86. Rao, V. and C. Lyketsos. 2000. "Neuropsychiatric sequelae of traumatic brain Injury." *Psychosomatics* 41(2): 95–103.
87. Guskiewicz, K. M., S. W. Marshall, J. Bailes, M. McCrea, R. C. Cantu, C. Randolph, et al. 2005. "Association between recurrent concussion, mild cognitive impairment, and Alzheimer's disease in retired professional football players." *Neurosurgery* 57(4): 719–24.
88. Chen, A. J. W., G. M. Abrams, and M. D'Esposito. 2006. "Functional reintegration of prefrontal neural networks for enhancing recovery after brain injury." *Journal of Head Trauma Rehabilitation* 21(2): 107.
89. Bloss, E. B., W. G. Janssen, B. S. McEwen, and J. H. Morrison. 2010. "Interactive effects of stress and aging on structural plasticity in the prefrontal cortex." *Journal of Neuroscience* 30(19): 6726–31.

90. Anand, R., S. B. Chapman, A. Rackley, M. Keebler, J. Zientz, and J. Hart. 2011. "Gist reasoning training in cognitively normal seniors." *International Journal of Geriatric Psychiatry* 26(9): 961–68.
91. Gamino, J., S. B. Chapman, E. L. Hull, G. R. Lyon. 2010. "Effects of higher-order cognitive strategy training on gist reasoning and fact learning in adolescents." *Frontiers in Educational Psychology* 1.
92. Vas, A. K., S. B. Chapman, L. G. Cook, A. C. Elliott, and M. Keebler. 2011. "Higher-order reasoning training years after traumatic brain injury in adults." *The Journal of Head Trauma Rehabilitation* 26(3): 224–39.
93. Anand, R., S. B. Chapman, A. Rackley, and J. Zientz, J. 2011. "Brain health fitness: Beyond retirement." *Educational Gerontology, International Journal* 37(6): 450–66.
94. Chapman, S. B., H. K. Ulatowska, and C. Branch. 1994. "Successful aging: Depth of discourse processing and utilization of wisdom." Presentation given at the Conference of the Gerontological Society of America.
95. Kuszewski, A. 2011. "You can increase your intelligence: 5 ways to maximize your cognitive potential." *Scientific American Guest Blog*.
96. Carlile. "Transferring, translating, and transforming: An integrative framework for managing knowledge across boundaries," 555–68.
97. Levine et al. "Rehabilitation of executive functioning: An experimental-clinical validation of goal management training," 299–312.
98. Clark and Smith. "Unleashing the Power of Design Thinking," 8–15.
99. Paavola and Hakkarainen "The knowledge creation metaphor—An emergent epistemological approach to learning," 535–57.

100. Owen, A. M., A. Hampshire, J. A. Grahn, R. Stenton, S. Dajani, A. S. Burns, R. J. Howard, C. G. Ballard. 2010. "Putting brain training to the test." *Nature* 465(7299): 775–78.
101. Anand et al. "Gist reasoning training in cognitively normal seniors," 961–68.
102. Gamino, J., S. B. Chapman, E. L. Hull, G. R. Lyon. 2010. "Effects of higher-order cognitive strategy training on gist reasoning and fact learning in adolescents." *Frontiers in Educational Psychology* 1.
103. Vas et al. "Higher-order reasoning training years after traumatic brain injury in adults," 224–39.
104. Chapman, S. B., J. F. Gamino, and R. A. Mudar. 2012. "Higher order strategic gist reasoning in adolescence." In Reyna, V. F., S. B. Chapman, M. Dougherty, and J. Confrey (Eds.), *The Adolescent Brain: Learning, Reasoning, and Decision Making*. Washington, DC: American Psychological Association.

1. Knickman, J. R. and E. K. Snell. 2002. "The 2030 problem: Caring for aging baby boomers." *Health Services Research* 37(4) 849–84.
2. Taubert, M., B. Draganski, A. Anwander, K. Muller, A. Horstmann, A. Villringer, and P. Ragert. 2010. "Dynamic properties of human brain structure: Learning-related changes in cortical areas and associated fiber connections." *Journal of Neuroscience* 30(35): 11670–7.
3. Vas, A. K., S. B. Chapman, L. G. Cook, A. C. Elliott, and M. Keebler. 2011. "Higher-order reasoning training years after traumatic brain injury in adults." *The Journal of Head Trauma Rehabilitation* 26(3): 224–39.
4. Seeley, W. W., V. Menon, A. F. Schatzberg, J. Keller, G. H. Glover, H. Kenna, et al. 2007. "Dissociable intrinsic connectivity networks for salience processing and executive control." *Journal of Neuroscience* 27(9): 2349–56.
5. Guskiewicz, K. M., S. W. Marshall, J. Bailes, M. McCrea, R. C. Cantu, C. Randolph, et al. 2005. "Association between recurrent concussion, mild cognitive impairment, and Alzheimer's disease in retired professional football players." *Neurosurgery* 57(4): 719–24.
6. Bassett, D. S., N. F. Wymbs, M. A. Porterc, P. J. Muchae, J. M. Carlson, and S. T. Grafton. 2011. "Dynamic reconfiguration of human brain networks during learning." Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 108(18): 7641–46.
7. Sternberg, R. J. 2008. "Increasing fluid intelligence is possible after all." Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 105(19): 6791–92.

8. Kuszewski, A. 2011. "You can increase your intelligence: 5 ways to maximize your cognitive potential." "Guest Blog," *Scientific American.*
9. Lewis, C. M., A. Baldassarre, G. Committeri, G. L. Romani, and M. Corbetta. 2009. "Learning sculpts the spontaneous activity of the resting human brain." Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 106(41): 17558–63.
10. Greenwood, P. M. and R. Parasuraman. 2010. "Neuronal and cognitive plasticity: A neurocognitive framework for ameliorating cognitive aging." *Frontiers in Aging Neuroscience* 2: 150.
11. Scardamalia, M. and C. Bereiter. 2006. "Knowledge building: Theory, pedagogy, and technology." In K. Sawyer (ed.), *Cambridge Handbook of the Learning Sciences.* New York: Cambridge University Press: 97–118.
12. Kramer, A. F. and K. I. Erickson. 2007. "Capitalizing on cortical plasticity:

Influence of physical activity on cognition and brain function." *Trends in Cognitive Sciences* 11(8): 342–48.

13. Willis, S. L., S. L. Tennstedt, M. Marsiske, K. Ball, J. Elias, K. M. Koepke, et al. 2006. "Long-term effects of cognitive training on everyday functional outcomes in older adults." *Journal of the American Medical Association* 296(23): 2805–14.
14. Sagi, Y., I. Tavor, S. Hofstetter, S. Tzur-Moryosef, T. Blumenfeld-Katzirand, and Y. Assaf. 2012. "Learning in the Fast Lane: New Insights into Neuroplasticity." *Neuron* 73(6): 1195–203.
15. Chapman, S. B., J. Zientz, M. Weiner, R. Rosenberg, W. Frawley, and M. H. Burns. 2002. "Discourse changes in early Alzheimer disease, mild cognitive impairment, and normal aging." *Alzheimer Disease and Associated Disorders* 16(3): 177–86.
16. Chapman, S. B., R. Anand, G. Sparks, and C. M. Cullum. 2006. "Gist distinctions in healthy cognitive aging versus mild Alzheimer's disease." *Brain Impairment* 7: 223–33.
17. Della Sala, S., G. Cocchini, R. H. Logie, M. Allerhand, and S. E. MacPherson. 2010. "Dual task during encoding, maintenance, and retrieval in Alzheimer's Disease." *Journal of Alzheimers Disease* 19(2): 503–15.
18. MacPherson, S. 2012. "Dual task abilities as a possible preclinical marker of Alzheimer's Disease in carriers of the E280A presenilin-1 mutation." *Journal of the International Neuropsychological Society* 18(02): 234–41.
19. Anand, R., S. B. Chapman, A. Rackley, M. Keebler, J. Zientz, and J. Hart. 2011. "Gist reasoning training in cognitively normal seniors." *International Journal of Geriatric Psychiatry* 26(9): 961–68.
20. Ulatowska, H. K., S. B. Chapman, A. P. Highly and J. Prince. 1998. "Discourse in healthy old-elderly adults: A longitudinal study." *Aphasiology* 12(7/8): 619–33.
21. Baltes, P. B. and U. M. Staudinger. 2000. "Wisdom: A metaheuristic (pragmatic) to orchestrate mind and virtue toward excellence." *American Psychologist* 55(1): 122–36.
22. Vas, Chapman, Cook et al. "Higher-order reasoning training years after traumatic brain injury in adults," 224–39.
23. Vas, A., S. B. Chapman, D. Krawczyk, K. Krishnan, and M. Keebler. 2010. "Executive control training to enhance frontal plasticity in traumatic brain injury." International Brain Injury Association's Eighth World Congress on Brain Injury, *Brain Injury* 24(3): 115–463.

24. Chapman, S. B., G. Sparks, H. S. Levin, M. Dennis, C. Roncadin, L. Zhang, and J. Song. 2004. "Discourse macrolevel processing after severe pediatric traumatic brain injury." *Developmental Neuropsychology* 25(1&2): 37–60.

25. Chapman, S. B., J. F. Gamino, L. G. Cook, G. Hanten, X. Li, and H. S. Levin. 2006. "Impaired discourse gist and working memory in children after brain injury." *Brain and Language* 97: 178–88.

26. Roldan-Tapia, L., J. Garcia, R. Canovas, and I. Leon. "Cognitive reserve, age, and their relation to attentional and executive functions." *Applied Neuropsychology* 19 (1): 2–8.

27. Foubert-Samier, A., G. Catheline, H. Amieva, B. Dilharreguy, C. Helmer, M. Allard, and J. F. Dartigues. 2010. "Education, occupation, leisure activities, and brain reserve: a population-based study." *Neurobiology of Aging* 33(2): 423e15.

28. Valenzuela, M. J., M. Breakspear, and P. Sachdev. 2007. "Complex mental activity and the aging brain: Molecular, cellular and cortical network mechanisms." *Brain Research Reviews* 56(1): 198–213.

29. Levine, B., I. H. Robertson, L. Clare, G. Carter, J. Hong, B. A. Wilson, et al. 2000. "Rehabilitation of executive functioning: An experimental-clinical validation of goal management training." *Journal of the International Neuropsychological Society* 6(3): 299–312.

30. Gilkey, R. and C. Kilts. 2007. "Cognitive Fitness." *Harvard Business Review*: 1–9.

31. Chapman, Zientz, et al. "Discourse changes in early Alzheimer disease, mild cognitive impairment, and normal aging," 177–86.

32. Chapman, Anand, et al. "Gist distinctions in healthy cognitive aging versus mild Alzheimer's disease," 223–33.

33. Cook, L. G., R. DePompei, and S. B. Chapman. 2010. "Cognitive communicative challenges in TBI: Assessment and intervention in the long term." *ASHA Perspectives, Division 2.*

34. Gamino, J., S. B. Chapman, E. L. Hull, G. R. Lyon, G. R. 2010. "Effects of higher-order cognitive strategy training on gist reasoning and fact learning in adolescents." *Frontiers in Educational Psychology* 1.

35. Vas, Chapman, Cook, et al. "Higher-order reasoning training years after traumatic brain injury in adults," 224–39.

36. Chapman, S. B., S. Aslan, E. Kanter, R. A. Mudar, M. Keebler, and C. Gardner. (In process.) "Capitalizing on brain and cognitive plasticity with complex mental activity in adults." To be submitted to *Annals of Neurology.*

37. Anand, R., S. B. Chapman, A. Rackley, and J. Zientz. 2011. "Brain health fitness: Beyond retirement." *Educational Gerontology, International Journal* 37(6): 450–66.
38. Chapman, S. B. and H. K. Ulatowska. 1997. "Discourse in dementia: Consideration of consciousness." In M. I. Stamenov (Ed.), *Language Structure, Discourse and the Access to Consciousness*. Philadelphia: John Benjamin Publishing Company: 155–88.

第二部分　最大化自己的认知能力

04　增强大脑的策略性习惯

1. Gamino, J., S. B. Chapman, E. L. Hull, and G. R. Lyon. 2010. "Effects of higher-order cognitive strategy training on gist reasoning and fact learning in adolescents." *Frontiers in Educational Psychology* 1.
2. Chapman, S. B., J. F. Gamino, and R. A. Mudar. 2012. "Higher order strategic gist reasoning in adolescence." In Reyna, V. F., S. B. Chapman, M. Dougherty, and J. Confrey (eds.), *The Adolescent Brain: Learning, Reasoning, and Decision Making*. Washington, DC: American Psychological Association.
3. Clark, D. 2011. "Five Things You Should Stop Doing in 2012." "HBR Blog," *Harvard Business Review*.
4. Zeldes, N., D. Sward, and S Louchheim. 2007. "Infomania: Why we can't afford to ignore it any longer." *First Monday* 12(8–6).
5. Czerwinski, M., E. Horvitz, and S. Wilhite. 2010. "A Diary Study of Task Switching and Interruptions." Microsoft Research, 1–8. http://research.microsoft.com/en-us/um/people/horvitz/taskdiary.pdf.
6. Schwartz, T. 2012. "The Magic of Doing One Thing at a Time," "HBR Blog," *Harvard Business Review*.
7. Sandku, S. and J. Bhattacharya. 2008. "Deconstructing insight: EEG correlates of insightful problem solving." *PLoS ONE* 3(1): e1459.
8. Lehrer, J. 2008. Annals of Science, "The Eureka Hunt." *The New Yorker*: 40.
9. Kounios J. and M. Beeman. 2009. "The Aha! Moment: The cognitive neuroscience of insight." *Current Directions in Psychological Science* 18: 210–16.
10. Burgess, P. W., E. Veitcha, A. L. Costello, and T. Shallice. 1999. "The cognitive and neuroanatomical correlates of multitasking." *Neuropsychologia* 38(2000): 848–63.

11. Bloss, E. B., W. G. Janssen, B. S. McEwen and J. H. Morrison. 2010. "Interactive effects of stress and aging on structural plasticity in the prefrontal cortex." *Journal of Neuroscience* 30(19): 6726–31.

12. Vedhara, K., J. Hyde, I. D. Gilchrist, M. Tytherleigh, and S. Plummer. 2000. "Acute stress, memory, attention and cortisol." *Psychoneuroendocrinology* 25: 535–49.
13. McCormick, C. M., E. Lewis, B. Somley, and T. A. Kahan. 2007. "Individual differences in cortisol levels and performance on a test of executive function in men and women." *Physiology & Behavior* 91: 87–94.
14. Van der Linden, D., M. Frese and T. F. Meijman. 2003. "Mental fatigue and the control of cognitive processes: effects on perseveration and planning." *Acta Psychologica* 113: 45–65.
15. Levine, B., I. H. Robertson, L. Clare, G. Carter, J. Hong, B. A. Wilson, et al. 2000. "Rehabilitation of executive functioning: An experimental-clinical validation of goal management training." *Journal of the International Neuropsychological Society* 6(3): 299–312.
16. Just, M. A., T. A. Keller, and J. Cynkar. 2008. "A decrease in brain activation associated with driving when listening to someone speak." *Brain Research*. Author Manuscript: 1–22.

05　增强综合推理能力，提升大脑性能

1. Chapman, S. B., S. Aslan, E. Kanter, R. A. Mudar, M. Keebler, and C. Gardner. (In process.) "Capitalizing on brain and cognitive plasticity with complex mental activity in adults." To be submitted to *Annals of Neurology*.
2. Fairlie, R. W. 2012. "2011 Kauffman index of entrepreneurial activity." *Ewing Marion Kauffman Foundation*: 1–32.
3. Duggan, T. 2007. *Strategic Intuition: The Creative Spark in Human Achievement*. Chichester, West Sussex, UK: Columbia University Press.
4. Anand, R., S. B. Chapman, A. Rackley, M. Keebler, J. Zientz, and J. Hart. 2011. "Gist reasoning training in cognitively normal seniors." *International Journal of Geriatric Psychiatry* 26 (9): 961–68.
5. Chapman et al. "Capitalizing on brain and cognitive plasticity with complex mental activity in adults." (To be submitted to *Annals of Neurology*.)

06　创新，激励思考

1. Ward, I. B. 2004. "Cognition, creativity, and entrepreneurship." *Journal of Business Venturing* 19: 173–88.
2. Sternberg, R. J. 2006. "The Rainbow Project: Enhancing the SAT through assessments of analytical, practical, and creative skills." *Intelligence* 34(4): 321–50.

3. Leshner, A. 2011. "Innovation Needs Novel Thinking." *Science* 332(6033): 1009.
4. Goel, V. and R. J. Dolan. 2003. "Reciprocal neural response within lateral and ventral medial prefrontal cortex during hot and cold reasoning." *Neuro-Image* 20: 2314–21.
5. Draganskia, B. and A. May. 2008. "Training-induced structural changes in the adult human brain." *Behavioural Brain Research* 192: 137–42.

第三部分　让自己的大脑在任何年龄阶段都变得更聪明

07　即时世代，13～24岁

1. Jones, S., L. N. Clarke, S. Cornish, M. Gonzales, C. Johnson, J. N. Lawson, et al. 2002. "The Internet goes to college: How students are living in the future with today's technology." Pew Internet Project Survey, Pew Internet & American Life Project. http://www.pewinternet.org/~/media/Files/Reports/2002/PIP_College_Report.pdf.pdf.
2. Jones et al. "The Internet goes to college: How students are living in the future with today's technology."
3. Robinson, K. 2011. *Out of Our Minds: Learning to Be Creative*. Oxford, UK: Capstone Publishing Limited.
4. Zeldes, N., D. Sward, and S. Louchheim. 2007. "Infomania: Why we can't afford to ignore it any longer." *First Monday* 12(8–6).
5. Smith, C. 2011. *Lost in Transition: The Dark Side of Emerging Adulthood*. New York: Oxford University Press, Inc.
6. Ito, M. 2004. "'Nurturing the brain' as an emerging research field involving child neurology." *Brain & Development* 26: 429–33.
7. Bridgeland, J. M., J. J. DiIulio, Jr., and K. B. Morison. 2006. "The silent epidemic: perspectives of high school dropouts. A report by Civic Enterprises in association with Peter D. Hart Research Associates for the Bill & Melinda Gates Foundation."

8. Chapman, S. B., J. F. Gamino, and R. A. Mudar. 2012. "Higher order strategic gist reasoning in adolescence." In Reyna, V. F., S. B. Chapman, M. Dougherty, and J. Confrey (eds.), *The Adolescent Brain: Learning, Reasoning, and Decision Making.* Washington, DC: American Psychological Association.
9. Gogtay, N., J. N. Giedd, L. Lusk, K. M. Hayashi, D. Greenstein, A. C. Vaituzis, et al. 2004. "Dynamic mapping of human cortical development during childhood through early adulthood." Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 101(21): 8174–79.

10. Giedd, J. N., L. S. Clasen, R. Lenroot, D. Greenstein, G. L. Wallace, S. Ordaz, and G. P. Chrousos. 2006. "Puberty-related influences on brain development." *Mollecular and Cellular Endocrinology* 254–255: 154–62.
11. Gamino, J., S. B. Chapman, E. L. Hull, G. R. Lyon, G. R. 2010. "Effects of higher-order cognitive strategy training on gist reasoning and fact learning in adolescents." *Frontiers in Educational Psychology* 1.
12. Diamond, A. and K. Lee. 2011. "Interventions shown to aid executive function development in children 4 to 12 years old." *Science* 333(6045): 959–64.
13. Gamino et al. "Effects of higher-order cognitive strategy training on gist reasoning and fact learning in adolescents."
14. Perkins, R., G. Moran, J. Cosgrove, and G. Shield. 2010. "PISA 2009: The performance and progress of 15-year-olds in Ireland." Summary report. Dublin: Educational Research Centre.
15. Bridgeland et al. "The silent epidemic: perspectives of high school dropouts. A report by Civic Enterprises in association with Peter D. Hart Research Associates for the Bill & Melinda Gates Foundation."
16. Perkins et al. "PISA 2009: The performance and progress of 15-year-olds in Ireland."
17. Hanushek, E. A. and L. Woessmann. 2011. "How much do educational outcomes matter in OECD countries?" *Economic Policy* 26(67): 427–91.

08　发现者一代，25~35岁；寻找者一代，36~45岁

1. Sparrow, B., J. Liu, and D. M. Wegner. 2011. "Google effects on memory: cognitive consequences of having information at our fingertips." *Sciencexpress*, 1–6.
2. Bonahan, J. 2011. "Searching for the Google Effect on people's memory." Science 333(6040): 277.
3. Sparrow et al. "Google effects on memory: cognitive consequences of having information at our fingertips."
4. Lanier, J. 2010. "The end of human specialness." The Chronicle of Higher Education, 10th Anniversary Review. https://chronicle.com/article/The-End-of-Human-Specialness/124124/.
5. Carlile, P. R. 2004. "Transferring, translating, and transforming: An integrative framework for managing knowledge across boundaries." *Organization Science* 15(5): 555–68.
6. Lanier, J. 2010. *You Are Not a Gadget: A Manifesto.* New York: Alfred A. Knopf.

7. McCormick, C. M., E. Lewis, B. Somley, and T. A. Kahan. 2007. "Individual differences in cortisol levels and performance on a test of executive function in men and women." *Physiology & Behavior* 91: 87–94.
8. McEwen, B. S. 2007. "Physiology and neurobiology of stress and adaptation: Central role of the brain." *Physiological Review* 87: 873–904.

09　思考者一代，46~65岁

1. MetLife Mature Market Institute. 2006. "Memory screening: Who attends and Why—A Survey of Participants at National Memory Screening Day." http://www.alzfdn.org/Surveys/survey1.pdf.
2. Salthouse, T. A. 2011. "Neuroanatomical substrates of age-related cognitive decline." *Psychological Bulletin* 137(5): 753–84.
3. Smith, C. 2011. *Lost in Transition: The Dark Side of Emerging Adulthood.* New York: Oxford University Press, Inc.
4. Valenzuela, M. J., M. Breakspear, and P. Sachdev. 2007. "Complex mental activity and the aging brain: Molecular, cellular and cortical network mechanisms." *Brain Research Reviews* 56(1): 198–213.
5. D'Esposito, M., and A. Gazzaley. 2011. "Can age-associated memory decline be treated?" *New England Journal Medicine* 365: 1346–47.
6. Rajah, M. N., S. Bastianetto, K. Bromley-Brits, R. Cools, M. D'Esposito, C. L. Grady, et al. 2009. "Biological changes associated with healthy versus pathological aging: A symposium review." *Ageing Research Reviews* 8(2): 140–146.
7. Salthouse. "Neuroanatomical substrates of age-related cognitive decline," 753–84.
8. Salthouse. "Neuroanatomical substrates of age-related cognitive decline," 753–84.
9. Preusse, F., E. Van der Meer, G. Deshpande, F. Krueger, and I. Wartenburger. 2011. "Fluid intelligence allows flexible recruitment of the parieto-frontal network in analogical reasoning." *Frontiers in Human Neuroscience* 5(22).
10. Greenwood, P. M. and R. Parasuraman. 2010. "Neuronal and cognitive plasticity: A neurocognitive framework for ameliorating cognitive aging." *Frontiers in Aging Neuroscience* 2: 150.
11. Valenzuela et al. "Complex mental activity and the aging brain: Molecular, cellular and cortical network mechanisms," 198–213.
12. Braver, T. S. 2012. "The variable nature of cognitive control: a dual mechanisms framework." *Trends in Cognitive Sciences* 16(2): 106–13.

13. Keeter, S. 2008. "The aging of the boomers and the rise of the millennials." In R. Teixeira (Ed.), *Red, Blue and Purple America: The Future of Election Demographics*. Washington, DC: Brookings Press: 225-57.
14. Bonahan, J. 2011. "Searching for the Google Effect on people's memory." *Science* 333(6040): 277.
15. Dumitriu, D., J. Hao, Y. Hara, J. Kaufmann, W. G. M. Janssen, W. Lou, et al. 2010. "Selective changes in thin spine density and morphology in monkey prefrontal cortex correlate with aging-related cognitive impairment." *Journal of Neuroscience* 30(22): 7507–15.
16. Salthouse. "Neuroanatomical substrates of age-related cognitive decline," 753–84.
17. MetLife Mature Market Institute. 2012. "Transitioning into retirement: the MetLife study of baby boomers at 65." http://www.metlife.com/assets/cao/mmi/publications/studies/2012/studies/mmi-transitioning-retirement.pdf.
18. Collins, J. 2001. *Good to Great: Why Some Companies Make the Leap . . . and Others Don't*. New York: HarperCollins.
19. "Boomers: The next 20 years." 2007. Institute for the Future. Pamphlet available at http://www.iftf.org.

10　通晓者一代，66~100岁以上

1. Delbanco, N. 2011. *Lastingness: The art of old age*. New York: Grand Central Publishing.
2. Dana, R. 2012. "'Nevertirees': Elderly Americans who refuse to retire." *Newsweek*. Retrieved from http://www.thedailybeast.com/newsweek/2012/03/11/nevertirees-elderly-americans-who-refuse-to-retire.html.
3. Friedman, H. S. and L. R. Martin. 2011. *The Longevity Project: Surprising Discoveries for Health and Long Life from the Landmark Eight-Decade Study*. New York: Hudson Street Press.
4. Grossmann, I., J. Na, M. E. W. Varnum, D. C. Park, S. Kitayama and R. E. Nisbett. 2010. "Reasoning about social conflicts improves into old age." Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 107(16): 7246–50.
5. Coombes, A. 2007. "Happy days ahead." *The Wall Street Journal: Market Watch*. *http://articles.marketwatch.com/2007-08-05/finance/30812757_1_*younger-people-happy-days-laura-carstensen.
6. Lancaster, L. C. and D. Stillman. 2002. *When Generations Collide: Who They Are. Why They Clash. How to Solve the Generational Puzzle at Work*. New York: HarperCollins.

7. Kane, S. 2012. "The true recipe for workplace complexity." *BusinessDay Online.* http://businessdayonline.com/NG/index.php/work/33088-the-true-recipe-for-workplace-complexity.
8. Berns, G. S., D. Laibson, and G. Loewenstein. 2007. "Intertemporal choice—toward an integrative framework." *Trends in Cognitive Sciences* 11(11): 482–88.
9. Wilson, R. S., E. Segawa, P. A. Boyle, and D. A. Bennett. 2012. "Influence of late-life cognitive activity on cognitive health." *Neurology* 78(15): 1123–29.
10. Rohwedder, S. and R. J. Willis. 2010. "Mental Retirement." *Journal of Economic Perspectives* 24(1): 119–38.
11. Oz, M. 2011. "Why work is good for brain health: Studies show staying active is good for your body and mind." *AARP The Magazine* May/June 2011.
12. Vedhara K., J. Hyde, I. D. Gilchrist, M. Tytherleigh, and S. Plummer. 2000. "Acute stress, memory, attention and cortisol." *Psychoneuroendocrinology* 25: 535–49.
13. Chrousos, G. P. 2009. "Stress and disorders of the stress system." *National Review Endocrinology* 5: 374–81.
14. Bennis, W. and P. W. Biederman. 2010. *Still Surprised: A Memoir of a Life in Leadership*. New York: Jossey-Bass.
15. Anand, R., S. B. Chapman, A. Rackley, M. Keebler, J. Zientz, and J. Hart. 2011. "Gist reasoning training in cognitively normal seniors." *International Journal of Geriatric Psychiatry* 26(9): 961–68.
16. Chapman, S. B., J. Zientz, M. Weiner, R. Rosenberg, W. Frawley, and M. H. Burns. 2002. "Discourse changes in early Alzheimer disease, mild cognitive impairment, and normal aging." *Alzheimer Disease and Associated Disorders* 16(3): 177–86.
17. Ulatowska, H. K., S. B. Chapman, A. P. Highly, and J. Prince. 1998. "Discourse in healthy old-elderly adults: A longitudinal study." *Aphasiology* 12(7/8): 619–33.
18. Fairlie, R. W. 2012. "2011 Kauffman index of entrepreneurial activity." Ewing Marion Kauffman Foundation: 1–32.
19. Foubert-Samier, A., G. Catheline, H. Amieva, B. Dilharreguy, C. Helmer, M. Allard, and J. F. Dartigues, 2010. "Education, occupation, leisure activities, and brain reserve: a population-based study." *Neurobiology of Aging* 33(2): 423.e15.
20. Anand et al. "Gist reasoning training in cognitively normal seniors," 961–68.
21. Chapman, S. B., C. W. Cotman, H. M. Fillit, M. Gallagher, and C. H. van Dyck. 2012. "Clinical trials: New opportunities." *Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*: 1–13.

22. Chapman, S. B., S. Aslan, E. Kanter, R. A. Mudar, M. Keebler, and C. Gardner. (In process.) "Capitalizing on brain and cognitive plasticity with complex mental activity in adults." To be submitted to *Annals of Neurology*.

第四部分 注意损伤和疾病所造成的大脑“间隙”

11 损伤后修复和重构大脑

1. Rao, V. and C. Lyketsos. 2000. "Neuropsychiatric sequelae of traumatic brain Injury." *Psychosomatics* 41(2): 95–103.
2. Rehabilitation of persons with Traumatic Brain Injury. NIH Consensus Statement Online 1998 Oct 26-2816(1): 1–41.
3. Marquez de la Plata, C., F. G. Yang, J. Y. Wang, K. Krishnan, K. Bakhadirov, C. Paliotta, et al. 2011. "Diffusion tensor imaging biomarkers for traumatic axonal injury: Analysis of three analytic methods." *Journal of the International Neuropsychological Society* 17: 24–35.
4. Guskiewicz, K. M., S. W. Marshall, J. Bailes, M. McCrea, H. P. Harding, Jr., A. Matthews, et al. 2007. "Recurrent concussion and risk of depression in retired professional football players." *Medicine and Science in Sports & Exercise* 39(6): 903–9.
5. Chen, A. J. W., G. M. Abrams, and M. D'Esposito, M. 2006. "Functional reintegration of prefrontal neural networks for enhancing recovery after brain injury." *Journal of Head Trauma Rehabilitation* 21(2): 107.
6. Max, W., E. J. MacKenzie, and D. P. Rice. 1991. "Head injuries: Cost and consequences." *Journal of Head Trauma Rehabilitation* 6: 76–91.
7. Benson, R. R., S. A. Meda, S. Vasudevan, Z. Kou, K. A. Govindarajan, R. A. Hanks, et al. 2007. "Global white matter analysis of diffusion tensor images is predictive of injury severity in traumatic brain injury." *Journal of Neurotrauma* 3: 446–59.

8. Benson et al. "Global white matter analysis of diffusion tensor images is predictive of injury severity in traumatic brain injury," 446–59.
9. Vas, A. K., S. B. Chapman, L. G. Cook, A. C. Elliott, and M. Keebler. 2011. "Higher-order reasoning training years after traumatic brain injury in adults." *The Journal of Head Trauma Rehabilitation* 26(3): 224–39.
10. Vas, A., S. B. Chapman, D. Krawczyk, K. Krishnan, and M. Keebler. 2010. "Executive control training to enhance frontal plasticity in traumatic brain injury." International Brain Injury Association's Eighth World Congress on Brain Injury, *Brain Injury* 24(3): 115–463.
11. Chen et al. "Functional reintegration of prefrontal neural networks for enhancing recovery after brain injury," 107.

12. Benson et al. "Global white matter analysis of diffusion tensor images is predictive of injury severity in traumatic brain injury," 446–59.
13. Cook, L. G., R. DePompei, and S. B. Chapman. 2010. "Cognitive communicative challenges in TBI: Assessment and intervention in the long term." *ASHA Perspectives, Division 2.*
14. Vas, Chapman, Cook, et al. "Higher-order reasoning training years after traumatic brain injury in adults," 224–39.
15. McCauley, S. R., C. Pedroza, S. B. Chapman, L. G. Cook, A. C. Vásquez, and H. S. Levin. 2011. "Monetary incentive effects on event-based prospective memory three months after traumatic brain injury in children." *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology* 33(6): 639–46.
16. McCauley et al. "Monetary incentive effects on event-based prospective memory three months after traumatic brain injury in children," 639–46.
17. Chen et al. "Functional reintegration of prefrontal neural networks for enhancing recovery after brain injury," 107.
18. Lomber, S. G., M. A. Meredith and A. Kral. 2010. "Cross-modal plasticity in specific auditory cortices underlies visual compensations in the deaf." *Nature Neuroscience* 13(11): 1421–29.
19. Vas, Chapman, Cook, et al. "Higher-order reasoning training years after traumatic brain injury in adults," 224–39.

20. Max et al. "Head injuries: Cost and consequences," 76–91.
21. National Center for Injury Prevention and Control. 2003. "Report to Congress on Mild Traumatic Brain Injury in the United States: Steps to Prevent a Serious Public Health Problem." Atlanta, GA: Centers for Disease Control and Prevention.

1. Chapman, S. B., J. Zientz, M. Weiner, R. Rosenberg, W. Frawley, and M. H. Burns. 2002. "Discourse changes in early Alzheimer disease, mild cognitive impairment, and normal aging." *Alzheimer Disease and Associated Disorders* 16(3): 177–86.
2. Chapman, S. B., J. F. Gamino, L. G. Cook, G. Hanten, X. Li, and H. S. Levin. 2006. "Impaired discourse gist and working memory in children after brain injury." *Brain and Language* 97: 178–88.
3. Chapman, S. B. and H. K. Ulatowska. 1997. "Discourse in dementia: Consideration of consciousness." In M. I. Stamenov (Ed.), *Language Structure, Discourse and the Access to Consciousness.* Philadelphia: John Benjamin Publishing Company: 155–88.

4. Alzheimer's Association. http://www.alz.org/research/science/alzheimers_research.asp.
5. Alzheimer's Association. "What is the economic impact of Alzheimer's disease?" http://alzheimers.factsforhealth.org/what/impact.asp.
6. Acevedo, A. and D. A. Loewenstein. 2007. "Nonpharmacological cognitive interventions in aging and dementia." *Journal of Geriatric Psychiatry and Neurology* 20(4): 239–49.
7. Eisler, R. and D. S. Levine. 2002. "Nurture, nature, and caring: We are not prisoners of our genes." *Brain and Mind* 3: 9–52.
8. Erickson, K. I., R. S. Prakash, M. W. Voss, L. Chaddock, L. Hu, K. S. Morris, et al. (2009). "Aerobic fitness is associated with hippocampal volume in elderly humans." *Hippocampus* 19(10), 1030–39.
9. Chapman, Zientz, et al. "Discourse changes in early Alzheimer disease, mild cognitive impairment, and normal aging," 177–86.
10. Rackley, A. and S. Dembling. 2009. *I Can Still Laugh: Stories of Inspiration and Hope from Individuals Living with Alzheimer's.* Charleston, SC: BookSurge Publishing.
11. Chapman, S. B., C. W. Cotman, H. M. Fillit, M. Gallagher, and C. H. van Dyck. 2012. "Clinical trials: New opportunities." *Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*: 1–13.
12. Erickson et al. "Aerobic fitness is associated with hippocampal volume in elderly humans," 1030–39.

13. Ruscheweyh, R., C. Willemer, K. Kruger, T. Duning, T. Warnecke, J. Sommer, et al. 2011. "Physical activity and memory functions: An interventional study." *Neurobiology of Aging* 32(7), 1304–19.



这是一种人类独有的思维能力
帮助你从问题中抽离出来
以旁观者的角度重新审视事件本身
问题往往迎刃而解

元认知

改变大脑的顽固思维

[美] 大卫·迪绍夫 著
(David DiSalvo)
陈舒 / 译

打开心智 改变人生

Brain Changer

How Harnessing Your Brain's Power to Adapt Can Change Your Life



机械工业出版社
China Machine Press

元认知：改变大脑的顽固思维

Brain Changer:How Harnessing Your Brain’s Power to Adapt Can Change Your Life

（美）大卫·迪绍夫（David DiSalvo）　著

陈舒　译

ISBN：978-7-111-48059-4

本书纸版由机械工业出版社于2014年出版，电子版由华章分社（北京华章图文信息有限公司）全球范围内制作与发行。

版权所有，侵权必究

客服热线：＋ 86-10-68995265

客服信箱：service@bbbvip.com

官方网址：www.bbbvip.com

新浪微博 @言商书局

腾讯微博 @bbb-vip

目录

序

前言

第一部分 知

绪论 大脑改造：开始思维逆转之旅

第1章 元认知 冷静的观察者

第2章 心理化：最初的心智游戏

第3章 实用主义的适应：改变思维，改变生活

第4章 寻迹叙述性线索：剧本化和突显的力量

第5章 精神世界：循环相连

第二部分 做

第6章 想法箱：30种改善思维的工具

第三部分 扩展

第7章 心智的图书馆

第8章 小说和回忆录

第9章 电影

第10章 术语表

附录

附录A 什么是科学帮助

附录B 为什么我们需要实用科学

附录C 科学交流的挑战

附录D 向大脑改造之父——威廉·詹姆斯致敬

后记

致谢

《厨房中的大脑》节选 咖啡因对你的大脑做了什么

注释

序

所谓命运，实际上是由我们的性格造就的。倘若我们勇敢地去探寻性格影响命运的过程，就会发现性格其实能够改变，而命运就像我们手心中曲曲折折的掌纹，总在我们手中。

——安娜伊斯·宁

古代的印度教徒深信转世轮回之说，他们认为，真正的伟大并不是因为比他人优秀，而是比前一世的自己优秀。不过现代人对此表示不解，为什么要等一个轮回呢？我们恨不得立刻变得更好。在现代社会，人与人之间的关系变得日益紧张，我们摄取了过多的糖分，陷入没完没了的工作之中。正因为如此，我们希望改变，我们寻找着更加开阔的道路，想要成为谈话的焦点，想让话题更加丰富，我们不停地追求着快乐。用一句话来总结，我们的目标就是，人生多些高潮，少些低谷，多些快乐，少些压力。

然而，问题在于我们不知道如何才能够达成这样宏伟的目标。许多自助哲学为我们提供了建议，但并不成功。我们可以很轻易地制定目标，但要实现它们却要花很大的力气。举一个我亲身经历的例子，某天下午，我在纽约一家瑜伽会所的咖啡厅里消磨时光，旁边坐着两位美女。她们身形苗条，浑身洋溢着热情的气息，午后的阳光照耀在她们的金发上，折射出迷人的光芒。乍看之下，她们似乎沉浸在瑜伽的启发之旅中，但是，她们的姿态和面部表情出卖了她们。其中的一个女孩控诉着她的男朋友，说他总是以旅行为借口欺骗她，旁边的女孩听着听着，也忍不住为她愤愤不平起来。她们俩你一言我一语，历数着男友的种种劣行，最后伤心不已，感叹遇人不淑。不得不说，她们的瑜伽练习算是

做了无用功。（有研究证实，当女生们过度地讨论某一问题时，她们的皮质醇水平会突然上升，从心理学角度来说，那时，她们不断地感受着压力。）

那么，我们怎样才能停止这种自我破坏行为呢？答案是，我们要弄明白大脑是如何工作的。

“反馈”的概念最早来源于工业革命时期，当时的人们用“反馈”来描述复杂机械的调控机制（如果蒸汽机过热，就必须采用循环降温使它冷却下来）。但是这种表达在20世纪40年代才真正流行开来，当时的数学家诺伯特·维纳将“反馈”应用到所有的适应系统中，包括生物学、机械学、政治学以及社会学。在他的那本具有开创性的著作《人有人的用处》中，维纳写道：

反馈就像因果循环，种什么因，得什么果。这其中包括我们与他人的互动、自我对话，以及有意识思维和无意识思维之间的转换。这些转换有着共同的化学基础，即血清素、多巴胺、谷氨酸酯，这些化学成分的释放受到反馈回路的控制。

单就反馈本身而言，它不会自我提升（正如最近的研究证实的那样，我们总是深陷于一种灾难化的思维模式之中难以自拔。尤其是当反馈把我们带入一个毁灭性的套路中时，反馈的自省模式根本不起作用）。

本书的目标是一个以目标为导向的回路，本着获取对思维更有效监控的目的来考虑思维。怎样做到这点呢？就是把我们自身从问题、学习、自我更正中分离出来，最终适应。因为解决问题的关键是对思维过程的有意识监控，我们可利用的工具非常多，例如不断进步的行为研究、大脑扫描以及激素检测等，借助这些工具，研究者能够分辨出哪些

手段可以有效地改变我们的思维。通过借鉴心理行为学和认知科学的相关研究，《元认知：改变大脑的顽固思维》介绍了一些扭转目标奖励中心、克服认知偏差的策略。实际上，我们要学着分辨哪些是我们的最有效点，哪些是我们的盲点。

本书的第二部分列出了一些改造大脑的自助性技巧，这些技巧都具有强制性，包括如何压过内心的杂音，培养内在的平静，与他人的思维同步以及提高我们的想象力。（这些都要花费很多工夫，想必没有一个人认为改造大脑是一件轻松的工作。）

这种加工能力令人震惊。想象一下如果自我意识能够在监控思维方式上做到更好，会发生什么？自我意识能够把个体的思维模式从悲观循环中拉出来，使之进入一个理想的轨道，进而适应，最后形成一个更灵活、更具韧性的自我。

珍娜·平克特

前言

■反思

不要哭泣，不要放大愤怒。一切都会渐渐清晰。

——巴鲁赫·斯宾诺莎

最近几天清晨，迈克都感到有些头晕目眩，不过他并不在意，想着可能是感冒了。要知道，他是一个运动员，平时身体非常健康，轻微的头晕怎么可能影响到他。然而，情况很快发生了变化。一天中午，迈克正准备从沙发上起身，却惊恐地发现他几乎不能站立，一时失去平衡，差点儿摔在地上。可怕的事还在继续发生，快3点的时候，他感觉到右腿完全失去了知觉，很快这种麻木发展到了右臂。最后，迈克发现他根本不能动弹了。

迈克的妻子杰西卡迅速将他送到医院。他的弟弟接到消息后，先于他们到达了医院。在等待中，弟弟回忆起昨天的情景，他和迈克一起吃汉堡、踢足球，一整天迈克都是那样的精力充沛。在不到24小时的时间里，究竟发生了什么？还没等他想明白，他就看到了迈克，那一刻，一股巨大的恐惧感在他心中蔓延。迈克整个人仿佛冻住了一般，甚至没有办法张口说出一个完整的词。主治医生很快排除了煤气中毒、药物中毒以及被毒蛇咬噬等情况。

由于迈克的身体状况不容乐观，一位神经科医生对他进行了诊断，诊断后该医生告诉杰西卡和迈克的弟弟，迈克极有可能患的是脑部肿瘤，现在急需送往医疗设备更好的医院进行治疗。于是，一个半小时后，迈克被送进了另一家医院。在这里，神经科医生再次告诉杰西卡，

从以往的经验来看，迈克恢复的可能性微乎其微，她必须做好最坏的打算。

这之后，多位神经科医生再次对迈克进行了会诊，其中一位认为是肿瘤，其余的人则并不肯定。因为核磁共振成像结果表明，迈克大脑的左半球存在异常，但不能确定是什么原因造成的。它可能是一个肿瘤，也可能是伤害引起的动脉瘤或者是感染淤积形成的另一种物质。不过，医生们一致认为，迈克必须立即接受脑部手术。由于迈克的偏瘫进一步恶化，而目前除了核磁共振成像显示出一点问题，再无其他办法进行诊断和治疗，对于这个33岁的男人来说，手术就成了最好的选择。

5个小时的手术过程中暴露了一个谁也没有预料到的问题，迈克的大脑由于严重的细菌感染而引起了巨大疼痛，并且感染已经大面积扩散，引起了一系列损害性的轻微麻痹。如果治疗不及时，他极有可能在数小时后死亡。在这种情况下，迈克被注射了一剂强力抗生素，抗生素通过静脉泵被导入身体的循环系统。两天后感染还没完全消除，但在接下来的日子，感染一天天地缩小弱化，迈克在病床上一动不动地躺了一周后，便能够从床的一侧挪到另一侧了，最后胳膊也能抬起来了，9天后，尽管他的右边仍处在瘫痪状态，但他终于能够支撑着从床上坐起来。更可喜的是，他能够再次说话了，后来，他甚至能够在他人的帮助下站立并且能够将重心移向左侧来保持身体平衡。虽然迈克还不能独自站起来，但他依然非常高兴。一个清晨，在没有任何帮助的情况下，迈克用左手撑着身体慢慢地站了起来，这使杰西卡几乎难以置信，但是她了解丈夫的决心，知道他一定会竭尽所能去恢复。

然而接下来，正当他似乎逐渐地康复之时，噩耗再次发生了，迈克跌倒在床上，但这并不是由于他失去了平衡。他好像被射了一枪，突然跌倒。他失去了意识，杰西卡试图叫醒他，她想着可能是他身体十分虚

弱而又站得太久被拉伤了。护士冲进病房，检查了他的生命体征，然后他被紧急抬到了轮床上，几分钟后，被送进了手术室。之后，迈克出现了心脏衰竭的症状，杰西卡被再次告知做好最坏的打算。关于迈克心脏衰竭的原因，医生说并不明确，但是无论如何心脏衰竭肯定和最初的病症相关。迈克再一次面临着死亡的考验。

心脏手术持续了6个小时，医生推断可能最好的结果就是迈克挺过来了。现在，迈克还没有从手术中恢复过来，但在这几天中，他仍有一线希望。而且这条恢复之路似乎相比迈克两周前的艰难恢复之路相对容易些。

几周后，当迈克从医院出来时，他苦苦思索，当生命在一瞬间改变后生命的意义是什么？在以往的每个星期六早晨，他都呼呼大睡，而现在他成了一个偏瘫患者，是一个经历了脑部手术和心脏手术的幸存者。

除了身体的疾病之外，他还面临着一个十分可怕的、由于生活突变和破碎后所引起的心理障碍。他曾经不止一次地问自己，“我该怎么办？”医生告诉他，通过几个月的治疗，他的最好情况是右胳膊和右腿的功能能够恢复50%，这意味着迈克的生活——运动、身体活动都将改变，而这些在他感染之前都是轻而易举的。在这之后，迈克面临的将是攀爬一座大山——恢复身体机能的大山。无论多么艰难，他都得去做，他知道他目前仅仅有一些简单的机能，他不能像过去那样了。他绝望而悲伤，愤怒而失望。

这种感染是怎么袭击他的，是怎么侵入他的大脑的？所有这些问题，没有医生甚至没有相关的流行病学家研究过和他相似的案例，所以他们都不能够给他提供答案。迈克的案例是不同寻常的，这一感染几乎杀了他。按理说，这种感染应该不能够通过脑血管的屏障，然而事实证

明并非如此。

越来越多的问题使迈克逐渐意识到一成不变的生活是虚幻的，如果这能够发生，那么一切都能够发生。迈克的心灵和身体一样被摧毁了。

从医院回来后的数月里，迈克都是在黑暗中度过的，回到一个似乎被人遗忘的世界。他处在绝望的深渊，有时一连好几天，他不想离开他的房子，甚至他的沙发。但是在黑暗里他并没有失去方向，与不断的消沉相反的是他开始克服障碍，迈出了重要的一步。

他的想法是在每一件事上挑战自我，走出门外去赢得希望，他像旅行家一样脑海中充满了自我挑战和超越的故事。他曾经做了一个可怕的假设——他向一种必然性的幻觉屈服了。这种可怕假设的结局就是如果他不能克服目前的困境，他就将一直处在如之前一样的困境中。迈克发现，他越是尝试去抑制正在发生的事情所造成的不良感觉，他正在着手的重塑自我的努力工作付之一炬的可能性就会越高。因此他不再试着压制它们，而是容许自己去经历感受并分辨这种感觉。他这样做了之后，压力的强度一点点降低了。

再没有比迈克正在面临的挑战更鲜明的了，自我恢复不仅是非常复杂和令人忧心的，而且相比预想的有更多挫折。无论这个过程需要花费多长时间，他都不会退缩，而事实上，他也从没退缩过。

这个故事的真实结果是迈克几番挣扎后不得不接受另一种生活。且为他将在生活中遇到的困难敞开了一扇心门，但是他强迫着自己去尽可能地使用他的右胳膊和右腿，以完成身体的恢复，尽管这样的结果只能恢复最初功能的一半。

迈克和杰西卡增添了新的家庭成员，他成了一位美丽小女孩的父

亲，他最终还成了他所在学校的足球教练，并且在一年内，他甚至能够进行冲浪划水。[1]

我们大多数人可能不需要去克服迈克所面临的障碍，我们大部分人的生活也不会如此突然地被打破，我们大多数人也不必去了解这种感觉——去适应跟数周前我们熟悉的生活截然不同的生活。

迈克的事情不是典型性的，但是给我们提供了一个榜样，我们所有人都能从中学到点什么，即无论何时我们想要前进、成功和取得成就，都必须去克服那些不可预知的障碍。可能有时这些障碍很小，有时它们似乎难以逾越，但是最明显的事实是，我们都要面对它们，然后倾听我们内心真正的声音，即我们所熟知的元认知，它对于分清什么是我们想要的和什么是我们能够实现的十分有益。

在生活的方方面面我们都得面临自我反思的挑战。然而我们生活在这样一个时代，心理学和认知科学理论能够在我们遭遇挑战时提供基于事实的知识线索，这种科学的知识相比典型的自助知识更能给我们提供一种切实有效的方法来应对关于自我的困难心结，并且促进我们从更深的层次思考自身。结果可能并不是我们所喜闻乐见的，毕竟思考是一种非常复杂的过程。但如同迈克那样，如果我们想要获得的东西对我们来说是真正重要的东西，我们是有足够的睿智去克服重重困难并坚持下去的。

第一部分　知

绪论　大脑改造：开始思维逆转之旅

事物本身没有变化，唯一变化的，是我们的思维。

——亨利·戴维·梭罗

我们将要进行的是哲学家称为“思想实验”的研究。请不要有所误解，这并不是学术意义上的哲学练习。哲学家们总是在探寻修辞的边界，徜徉在逻辑谬误的迷宫中，然而，这些却不能帮助我们达到想要的目标。我们要进行的实验是追求真正意义上的实用。

我们仿佛是充满好奇心的探险家，手持科学利刃，披荆斩棘，勇敢地进行冒险之旅。尽管在探索的过程中，我们会向许多实验研究者请教，但是我们的实验没有仅仅囿于实验室中。下面，让我们一起揭开“它”的神秘面纱。

它，是我们所看不到的大自然的伟大奇迹。它，遍及我们整个神经系统。可以毫不夸张地说，当我们谈论大脑时，我们相当于在谈论整个身体，因为身体的每一部分都受到大脑的影响。同样，当我们提及心智时，它的定义可以扩展得更为宽广。

■心智改变

几十年前，关于人类心智的两种科学观点开始相互融合，学科的交叉产生了一种新的更为深刻的理解，直至今日，持续地改变着我们的文化。

第一种学科，认知科学，侧重于揭示大脑如何产生意识以及思维怎样左右情绪；而第二种学科，行为科学，倾向于通过人们的行为来揭示思维如何工作和对社会文化的适应怎样影响思维。

这两种学科（至少它们的现代形态）有着相对新颖的科学意义，因此，它们在相互融合之前沿着各自的方向平行发展了一段时间也就不足为奇了。当这两种学科相互交叉之后，综合的知识和技术手段形成了人们对意识、思维、情绪、社会行为以及与大脑和神经系统相关的一切事物的新的理解。为了使我们的认识更加深化，诸如进化心理学、社会神经科学和行为经济学等学科近年来也应运而生，并且开始相互融合。

自两种学科观点开始融合之后，我们很难用一本书或者一系列书来详细捕捉由此产生的变化。下面，我列举一些重大改变：

·人们不再认为大脑自幼年之后一直处于停滞状态，相反，人们认识到大脑的改变伴随着我们的一生。从某种意义上说，大脑是具有弹性的，用一个现在广泛使用的术语来描述，就是“神经可塑性”。

·大脑的功能（例如记忆、学习）不再局限于某个具体的脑区，而是多个脑区通过连续的神经化学反应共同实现的。

·大脑的左右半球并不像之前所认为的，相互独立，毫不相关。事实上，它们在持续的反馈回路中同时起作用，并相互影响。

·曾经被认为自出生后就一成不变的人格，结果证实，具有相当强的适应性。而且，所谓“外向”与“内向”的人格类型并非如人们想象中的那样有着清晰的界线（准确地说，大多数人都处于这两种人格的中间地带，是中间人格者）。

·人并不是“理性行动者”，实际上，我们的所想所为多多少少会受到

偏见或执念的影响，只是我们往往没有意识到。

·潜意识并非像弗洛伊德形容的那样，是一口承载了肮脏想法、原始欲望且即将沸腾的大锅。相反，潜意识是一个复杂的加工模块的综合体，它通过难以想象的力量控制着我们生活的方方面面。与之相比，意识领域实在是“小巫见大巫”。

·我们的大脑产生我们的心智，同时他人的大脑也影响着我们的心智，尽管我们从未意识到，然而，在某些方面，人类大脑确实具有同步性。

以上列举的只是在短时间内发生的一些变化。在最近30年里，人们在探索大脑和思维上取得的进步远不止这些。

接下来，本书将会回答一个问题：“‘思维改变’将会如何影响所有人？”

■你位于断层的何处

现实生活中，大多数人不会通过阅读学术杂志上的实验论文来获悉最新的神经科学成果，因为那些高深莫测的科学研究，看起来似乎与人们的日常生活没有任何关系。如果有些科学研究真的会对人们的生活产生重大影响，媒体一定会宣扬得妇孺皆知。

然而，这些神经科学研究确实与人们的生活息息相关，本书将会告诉你其中的秘密。总结起来，神经科学研究是否能够为人们造福，无非体现在两个方面：你是否能从思维改变中获益？你的生活是否会因关于脑的新发现而更加美好？我将会尽力让你相信，如果不逆转思维，在不久的将来，你只能不断地受制于人。原因很简单，他们比你更善于思

考。

■在真正开始探索之前……

我们要一起奠定这次科学之旅的基调。首要的事情就是，我是谁？我为什么要写这本书？首先要声明的是，我既不是精神病学家、心理学家，也不是神经科学家、学术研究者，或是客座教授。我只是一个对大脑功能有着无限好奇的科普作家，希望将我所了解的，与像我一样好奇的人分享。

我曾为大大小小的杂志撰写过科学和技术类的文章，其中包括《科学美国人》、《福布斯》、《今日心理学》、《心理牙线》以及《华尔街日报》。除此之外，我还开了一个名为“日常大脑”的博客，出版过一本名为《疯狂行为学：来自猩猩的你，为什么总会失去理智》的书。

在那本书中（以“科学帮助”为基础，但后来的内容远不止此），我展开的话题围绕着所谓的“认知偏差”。我想要发掘人们总是脱离最大利益进行思考和行动背后的深层原因。我们的大脑究竟在其中发挥了怎样的作用，使得我们矫正自身的既定模式如此困难。在书中，我还详细阐述了许多人在日常生活中出现的不同程度的偏见、执念和错觉，并根据已有的神经科学研究，给予了相应的建议，帮助人们去克服障碍。

而在本书中，我开辟了一个新的领域。我敢说，这是一个比之前更加宽泛和有趣的尝试。

由于我的第一本书和后继的一系列文章都是关于大脑的，可以说，在这方面有着坚实的基础，所有我对可能发生的改变所持的乐观态度并非无源之水、无本之木。就我个人而言，我一直认为自己是一个理性的

怀疑主义者，如果没有确凿的证据，我很难被说服。

如果你也长时间从事科普类文章的写作工作，那么你一定可以从参差不齐的文章中甄别出孰优孰劣。不得不遗憾地说，真正高质量的文章屈指可数。总有很多人花大力气在宣传上，试图让你相信他们所说的值得你花费金钱和时间，却很少有人愿意潜下心来，扎扎实实地做研究。

但是，我对本书的内容抱有很大的乐观态度，并且我认为这种乐观经得起时间的检验。我可以自信地说，如果你阅读下去，你会成为一个善于思考的人。不过，我最希望看到的是，当你合上本书的时候，你变得和我一样精力充沛、充满希望。

我的乐观从何而来？

下面是概要答案，我们现在了解大脑的运行，以及在运行过程中与周围环境相互作用的潜在原则。

就思想和行为而言，认知科学和行为科学为我们提供了了解大脑的新方式。最近几十年，特别是近几年，涌现出了许多关于大脑的、不可思议的发现。从更大的范围来说，是关于我们的心智。

其中，最为重要的发现莫过于人类大脑包含了一连串永不停歇的“反馈回路”，这些“反馈回路”共同运行，形成了一台驱动思想和行为的引擎。如果我们能深入了解影响我们思想和行为的反馈回路，那么我们定能找到改变思想和行为的方法。无论从哪个角度来看，前方的道路都令人欢欣鼓舞。

为了让你能认可我的乐观，我要讲述一个多年来一直吸引着我的注意、点燃着我激情的故事。不过，本书绝不是一本关于大脑的“螺母和螺栓”的书（一类钟表匠教你如何改变速度、调整时间的书）。

在本书中，涉及的所有讨论都有着神经化学基础。换句话说，大脑中发生的任何变化都离不开关键性化学物质（类似于多巴胺、血清素、谷氨酸酯）。假如我们想要深入探索大脑的奥秘，第一件事就是要弄清楚那类化学物质是什么，它们在大脑运行中发挥了什么作用。例如，如果我们不了解多巴胺在大脑的“奖励中枢”中起到的不可或缺的作用，就无法解释为什么我们会渴望达成目标。

但是，我们的重点不是解剖大脑或是探索神经化学的奥秘。理解特殊的化学物质如何反应具有重要意义，然而，本书却不是一本关于神经科学的教科书。本书只有一个实用性的目标，展示出所有变化的可能性。

很多传统的自助类图书尽力为人们提供一套“放之四海皆准”的成功法则。在这类书中，作者们会先描述一个问题，接着给出相应的解决方法，并告诉你如何从A（现有状态）到B（理想状态）。而对于我来说，从事科普文章写作的经历使我排斥一切成功法则。我总觉得世界如此多样，不存在所谓的万能公式，让任何人代入自己的情况，都能得到理想的结果。这也是我写的书是“科学帮助”，而不是自助的原因。科学帮助目的是从旨在弄清问题、提出解决方法的研究中提炼知识线索。[2]

我不会向我的读者宣称“我找到了答案”。正如前面提到的那样，我们正在共同进行着一场思想实验。我们正在构建自身的思想，寻找由思想通往行为的道路。

当我们做这些的同时，我们也在探索着改变的契机。但是，我们时刻要提醒自己，科学本身并不是答案，它与问题有关。假如我们即将要使用科学工具进行探索，那么我们首先要掌握科学规律，最重要的是，我们不能把某些发现推及到所有情况，必须做到具体问题具体分析。

这是不是意味着我们无法发现真相，并在日常生活中加以利用呢？当然不是，倘若真是那样的话，根本就没有写这类书的必要。事实上，它仅仅意味着我们不得不谨慎地使用一个心理法庭，包括可以审理的案件和可以移交的案件。除此之后，我认为我们应该在希望解决一些“案件”的同时，也开辟一类新的、能引起浓厚兴趣并促使我们进步的“案件”。

以上是对这次科学探索之旅做的简要阐述，下面，让我们谈论点别的。

我在上文中简要地提到了“反馈回路”，当我们继续前进时，它就是我们旅行的引导者。

◎反馈回路：适应性大脑的“发动机”

我们将要讨论的是意识空间的驱动力，认知科学家将它命名为“元认知”。简单地对元认知进行一下定义，即“对思维的思考”。为什么元认知如此重要？在下面的部分中，我会细细道来。

元认知是我们所拥有的、能够改变反馈回路的最强大的内部力量。

有了以上内容作铺垫，本书分成三个大的部分以及一些小章节。

第一部分——知：我们将会讨论心理空间的动力系统，包括意识空间和庞大的加工空间（称为无意识）。

第二部分——做：在这个部分中，我们将会把知识转化为行动。做，包含了对增强思维能力与催化行为的思维手段的选择。

第三部分——扩展：在这最后的部分，我们将会对一系列资源进行评论，包括散文文学、小说和电影，将我们在本书中的探索进行一下扩

展。

现在，让我们开始冒险之旅吧。这是场充满了乐观态度的实用主义思想体验。你所需做的就是，以开放的心态去接受所有可能，尽情去享受所有令人欢欣鼓舞的事。

第1章　元认知：冷静的观察者

生命最终的意义并不仅仅在于生存，还在于觉醒和沉思的能力。

——亚里士多德

这里，我们将用一幅图（见图1-1）引出后面的讨论，这幅图将把本书中反复出现的核心概念（元认知、适应、主要的反馈回路）串联在一起。我们先从图的顶端开始，首先要对“元认知”下定义。

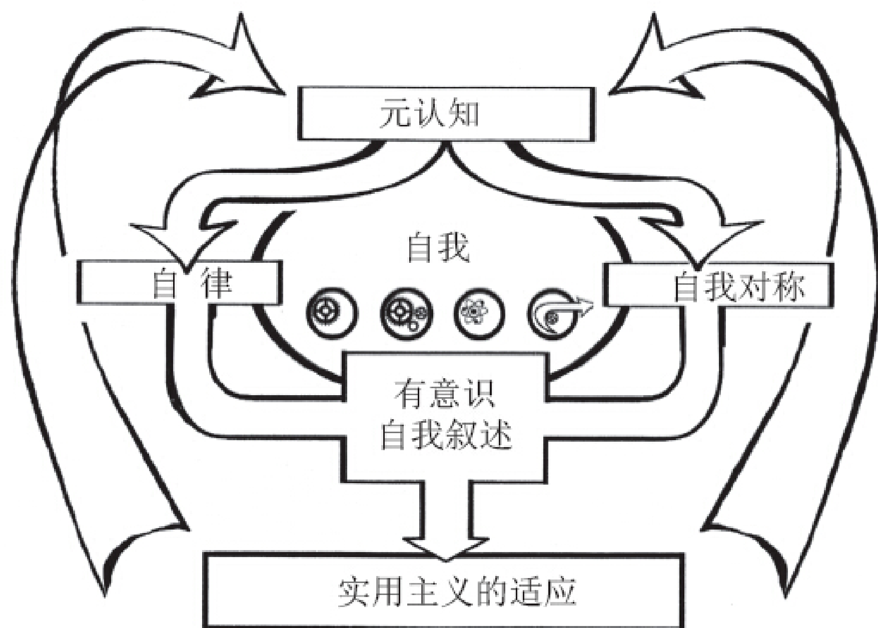


图　1-1

■什么是“元认知”

问题解决技术（例如，类似于各种各样的认知和行为疗法中使用的

技术）依靠着一种人类独有的手段，无论人们是否意识到，这种手段在生活中都得到频繁的使用。用一句话来概括一下这种手段的作用，就是它帮助人们从问题中抽离出来。借助这种手段，我们可以从令人困扰的事件中挣脱出来，以一种旁观者的角度重新审视事件本身，事情往往会迎刃而解[1]。正如那句古话所说，“不识庐山真面目，只缘身在此山中”。

这种手段不是别的，正是“元认知”（见图1-2），即我们审视自身思想的能力。虽然《圣经》上说过“人生而平等”，但是人们运用元认知的能力确实大有不同。由于它源于后天的努力，如果想要掌握技巧，就必须进行思维训练。不过，一旦我们能够熟练地运用元认知，那么没有比它更有效的手段可供我们去解决问题、应对挑战和矫正指向目标解决的消极方向了。

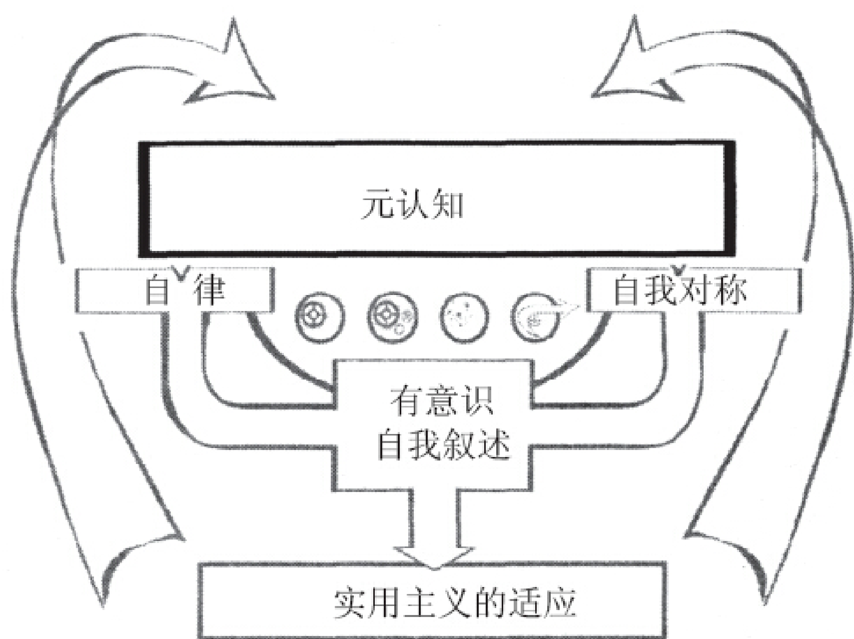


图 1-2

每当我们对思维过程和所获取的知识进行反思时，其实都在使用元认知。[2]尽管我们在使用元认知的时候可能会缺乏有效的指导，甚至有可能陷入无限的思维怪圈中，但是丝毫不妨碍我们一天到晚使用它。为了最大限度地发挥元认知的能力，我们要使自己专注于它的力量，在不得已的时候，还要安排必要的训练保持专注力，避免分心。这是个挑战，但是迎难而上会产生明显的结果。

换个更合适的说法，元认知是调整思维、改进思维结果的最有力的内部手段。

我们将在书中讨论以下几种已被发现的影响：

·影响反馈回路

·发现认知歪曲（又称为“思维错误”）

·促进神经化学变化

■什么是反馈回路

在本书中，将会频繁地使用一个人们经常听到却很少去探究意思的术语——“反馈回路”。事实证明，反馈回路极其重要，因此，我认为我们应该花大量篇幅，去讨论一下反馈回路作为适应性大脑发动机所起的作用。

关于人性，有着这样一种老生长谈，人们每天体验到的复杂人性就像一片深海，深不可测，但是我们仍然能够找到一些基本的管理原则，去解释许许多多行为的原因。在过去的40年里，心理学、社会学、经济学、工程学、流行病学以及企业策略学的研究耗尽心力，终于证实反馈

回路的广泛解释力。[3]一旦我们清楚它们是如何工作的，我们将会惊喜地看到，我们的大脑驾驭着这个世界上最庞大的反馈回路。

研究者认为反馈回路在四个不同的阶段运转，上一阶段与下一阶段紧密相连，环环相扣。科普作家托马斯·戈茨（Thomas Goetz）把这四个阶段（见图1-3）分别定义为：



图1-3　反馈回路的基本要素

◎事实阶段

每个反馈回路都要先搜集数据。从广义上说，数据可以是观察、整理、测量的和之前存储在大脑中的任何信息。数据既可以来源于你自身，也可以来源于其他人。像是观察同事在办公室是如何互动的，记录体重称上的数字，开车的时候前方车轮发出奇怪的嗡嗡声，这些都是搜集数据的方式。

◎联系阶段

在联系阶段，我们将从数据的搜集和存储转向数据的输出，但是此时的数据已经“改头换面”。如果要使数据能够在反馈回路中发挥作用，数据本身必须被赋予意义。这时数据就得与个体的需求联系起来。举例来说，当你意识到与同事的良好互动将会帮助你更好地工作，并且从长远角度来讲，可能会让你的事业更上一层楼时，观察同事的互动就由原始数据的搜集转为意义数据的输出。这就是保持回路畅通的情绪“刺激”。

◎结果阶段

一旦数据有了意义，回路就能够继续发展，但是，若要保证回路运转顺利，我们此时还要知道如何去处理这些信息。接着上面的例子，你已经认真观察了你的同事是如何互动的，并且你判断这些数据之所以有意义，是因为它们与同事的情绪有关，那么加工这些数据的结果是什么？现在你需要下定决心，如何去处理这些数据，要么做些什么，要么什么都不做。因此，就进入了回路的最后一个阶段——行动阶段。

◎行动阶段

当明确了信息与我们需求的联系和由此产生的结果之后，我们现在要面对的就是“做”的挑战了。让我们继续办公室的故事，你确信，如果不能很好地融入同事们的圈子，那么你只能游走于办公室这个小小“社会”的边缘，始终不能成为其中的一分子。最终，你不能获得使你的事业蒸蒸日上的人脉。到此，你前方的昏暗道路上，仿佛突然间亮起了一盏路灯，照亮了前进的方向。你迅速行动起来，逐步改善与同事之间的关系，潜移默化地融入那个小社会，只为完成终极目标——成为那个圈子中不可或缺的成员。

只要开始了行动，那么这个行动本身，可能作为被评估和观察的信息（新的信息得以搜集和校正），开启新的反馈回路。随着回路的不断循环，你将会离你的目标越来越近。

鉴于这个多层的解释，不难看出为什么反馈回路占据了无数学科的核心地位。比如，工程学就是依靠反馈回路来计划、设计、建造和测试所有对象，小到水泵站，大到复杂的软件应用；企业发展策略利用反馈回路来制定和实施商业计划和营销策略；而流行病学则以反馈回路为基础来研究新的疫苗和抗病毒疗法。这样的例子不胜枚举，就不再赘述了。

就本书的目的而言，我们关注的是反馈回路在认知领域所起的作用。下面，让我们把注意力重新折回到大脑上，看看反馈回路作为大脑的“发动机”，是如何为大脑提供动力的。说的更细一点，我们将要探究多重反馈回路是如何同时工作的，以保证大脑能够持续地创造奇迹，指挥我们跨越重重障碍，克服种种挑战，朝着目标奋力前进。

■人类大脑如何进行元认知：元认知回路

元认知不仅仅是一个理论概念，它还是有着广泛神经基础的大脑功能之一。[4]产生元认知的大脑结构并非仅仅局限于大脑的某一区域（正如许多高级的皮层功能那样，比如记忆）。

相反，这些结构跨越了多个大脑区域，通过一个心理网络中的神经连接形成了一个大的脑区，其中就包含了广为人知的前额叶皮层（PFC），这个脑区是最后才进化出来的部分，主要负责高级思维和推理。[5]为了简要解释大脑完成元认知的过程，我们有必要提及一个整合了意识和潜意识成分的反馈回路（见图1-4）。



图1-4　元认知回路

◎系统

我将元认知回路的开端定义为“系统”。在系统阶段，许多无意识加工通过神经科学家称为“模块”的结构得以进行。[6]想象一下这样的场景，你试图有意识地去控制右手和右臂的每一个动作，接下来是左腿，然后再使你的头左右摆动。感谢“上帝”，我们不需要刻意地去思考这些司空见惯的动作，我们会有意地去做这些动作，但是我们不必专门去思考如何才能完成它们。

“系统”中的动作功能控制模块自动操作了上述动作，不需要直接借助意识的努力。我们不可能经常有意识地监控和控制那些动作（举例来说，保持重力平衡），更没有必要去控制诸如血压、肺、心脏、神经系统、消化系统等功能。因为这些在“系统”中都是无意识自动发生的，“系统”可以说是这个世界上最复杂的加工中心。然而，来自于“系统”中的信息却能够进入意识领域。尽管系统中的一些信息是自动产生的（因此有

个术语叫做“自动思维”，它是指突然间出现在我们意识中的想法），但是通过有意识的努力，一些来源于“系统”的信息可以转移到“意识空间（conscious mind space）”。在某种程度上，我们可以进入广阔的模块化系统来进行调整。

◎心理剧场

为了弄清楚来自于“系统”的信息是如何进入“意识空间”的，我们有必要把这个过程形象化地投射在一个屏幕上，我把这个屏幕称作“心理剧场”。在心理剧场中，我们的有意识加工能力（主要体现在前额叶皮层上）能够聚焦于“系统”的特殊状态（例如，像是社会情绪之类的抽象模块，或者血压之类的生理模块）。换句话说，储存在系统中的信息能够被提取出来，或者像是“检索”图书一样，为心理剧场做准备。[7]

拿你可能做出的特定的社会情绪反应为例，有时你不能理解为什么某人的行为使你觉得厌恶（你仅仅知道他的行为令人厌恶）。但是如果你把系统中的情绪性关联投射到心理剧场的屏幕上，你就能仔细地对你的反应进行分析，也许之后还会对自己的思想产生新的看法。比如，你可能会意识到，你道德愤怒的根源来自于对之前发生的类似行为的模糊记忆。也许那个人使你想起了多年前欺负你的堂哥。这种释然将会回转到系统中，回转到社会情绪管理的模块中。因此，下一次你再遇到这个人的时候，他就再也不会引起你的道德愤怒了。[8]

在一个更基本的层面上，我们能够通过元认知回路影响类似于血压之类的实质动态。一旦我们将血压的系统状态投射到心理剧场上（在这种情况下，可通过类似于血压监控的反馈技术将其引入心理剧场），我们可以使用任何有意识的控制手段来影响它，比如说，可以通过冥想或者其他放松技术，让我们感到身心平和。连选择采用冥想的方法来控制

血压都是有意识评估的结果。

无论模块是情绪的还是生理的，有意识的影响只能通过元认知加工，或者是与我们正在评估或是可能改变的事物“有意识分离”才能实现（下面我们将会简要讨论）。

■意识层面的元认知

我们已经讨论了跨越无意识系统和有意识心理剧场的反馈回路。但是，我们现在不得不返回原点，采用一种更加宽广的视角，因为仅仅关注回路并不能告诉我们元认知的整体面貌。我们将会对一个在神经科学上更具有挑战性的问题做出回答——元认知在更大的意识层面是如何工作的。为了解答这个问题，我们需要用一幅新图（见图1-5）展开我们的讨论。

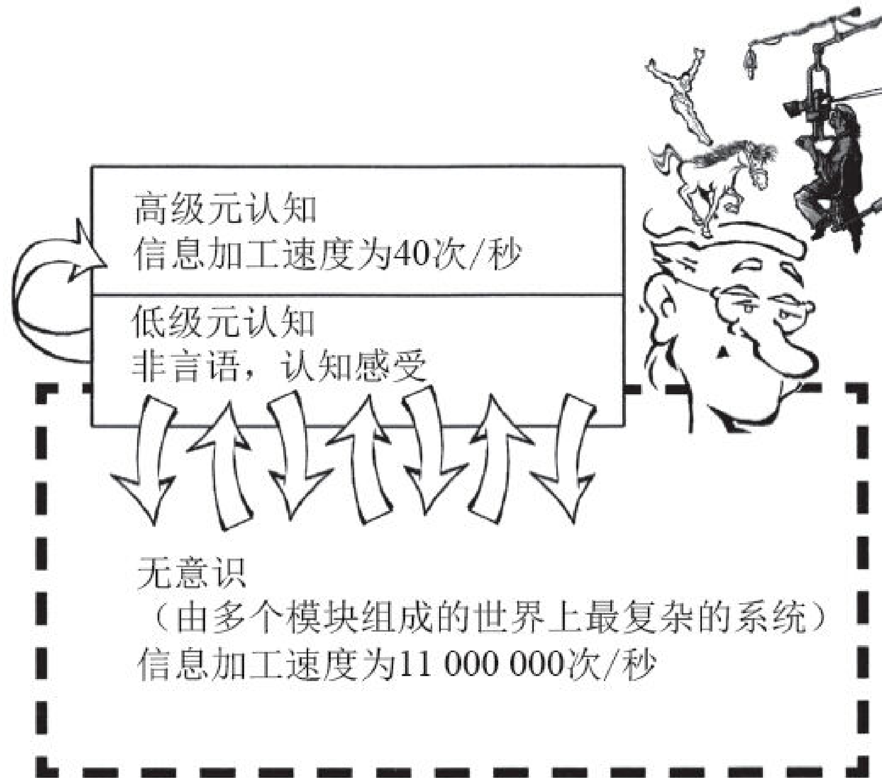


图1-5　意识层面的元认知

弗洛伊德曾说过：“无意识是一口承载了未被察觉情绪的大锅，它即将沸腾。精神分析的目的就是冒险进入这个神秘、令人恐惧的领域，追溯到它们的最初形态，它们可能是早期被压抑的欲望和性幻想。”如今，认知科学家提出了“新的无意识”的概念，使其与弗洛伊德的无意识理念区别开来。[9]新的无意识并非是未被察觉的情绪、本能和欲望的释放。在经过了大半个世纪的大量实验之后，我们现在认为无意识更近似于一个大型的模块加工系统，而不是一个心理情绪的无底深渊。有研究指出，无意识信息加工速度最高可达到11000000次/秒。[10]

与之形成鲜明对比的是，在意识空间中，信息加工速度最高也只能达到40次/秒。[11]如果我们把意识图百分化，意识空间连大脑加工的1%

都不到，剩余部分都是新的无意识——一个模块化、有着无穷力量的机器。

这是我们讨论的转折点。想想都令人兴奋不已，因为我们似乎能够直接接触和改变无意识。然而，这很大程度上是种错觉，我们把它称为“内省错觉”。[12]内省（从字面上可以理解为“审视自身”）虽然会起到一些作用，但是它并不是一把开启无意识大门的魔法钥匙。不幸的是，许多自助和新上架的书籍，力图使人们相信内省正是那把钥匙，并且只要学习新的（或古代的）内省方法，我们就能如同探囊取物那般简单，得到想从无意识中获得的一切。

但是，从科学帮助的角度来说，我们不得不以一种更加审慎的态度去判断，通过内省（或者其他的聚集自我的技术）我们能够获得什么或是不能够获得什么。我们可以探索无意识，但是并非想象中的那样随心所欲，从某种角度上来说，这也是件好事。在进化过程中，大脑中生成了一个弥足珍贵的系统——“自动化”。自动化保证我们曾提到的那些无意识模块在没有意识参与的情况下能够正常工作。来自于无意识的大多数思想和感情都不能用言语表述出来，但具有认知性，它们虽然不太具体，但也不完全抽象。这些思想和感情包括我们觉察到和已经忘却的感情，隐藏在内心深处不确定的感受以及所谓的“舌尖现象”（比如，“我知道那个乐队的名字，却说不上来，但是我确定知道”）。

来源于无意识认知的想法和感情可以渗透到“低级元认知”空间里（见元认知箱的低级部分），在“低级元认知”空间中，我们开始处理无意识的未知事件，但是这些事件却无法投射到心理剧场中，直到大脑中的指挥控制中心（前额叶皮层）将它们输送到“高级元认知”（也叫“意识元表征”，位于元认知箱的高级部分）。这是我们心智的一部分，在这里，我们从心理上分离，如同灵魂出窍般去看我们的所思所感。

正如我们上面提到的那样，在意识空间里，我们处理信息的速度为40次/秒。相对于无意识的信息加工速度，可能只是冰山一角，但是意识空间的信息加工能力仍然不容小觑。靠着40次/秒的加工速度，我们依然收获颇丰。并且我们越是善于使用元认知，我们越能有效地驾驭这种处理能力。实际上，促使大脑积极有效地运转元认知回路，也正是提高大脑适应性能力的关键。

■元认知觉察

上文已经阐述了元认知的基础，现在让我们讨论一下“元认知觉察”，以及它对我们目前的探索有什么帮助。心理学家用一个问卷调查排名系统来确定个体元认知觉察水平，即个体意识到自身是如何检测和影响思维的程度。个体的元认知觉察水平越高，其使用自动化系统去引导思维加工的频率越低。[13]

另一个思考元认知觉察的方式就是想出一个策略，这个策略能够挑选出可利用的认知反应。曾有研究者把元认知觉察比作一种容量控制，元认知的容量越大，我们能觉察到的思维反应就越多。并且，我们会把这些思维策略清晰地呈现在心理剧场中，这时，我们不仅增大了容量，也提高了屏幕的分辨率。

元认知觉察包含四个主要因素：[14]

·元认知控制：在意识空间中，我们施加在思想和感情上的有意识控制

·元认知知识：进入意识空间的知识的数量和质量

·元认知监控：在意识空间中，我们对知识进行评估的频率和效率

·元认知体验：我们能从意识空间的知识中获得什么，以及这种体验怎样使我们在整个过程中获益

伴随着元认知觉察水平的提高，我们对大脑反馈回路的影响力也与日俱增。我们越来越了解外部和内部的体验是如何影响大脑工作的，并且我们发现通过改变影响力，还能开启改变大脑反应方式之门。

换句话说，我们越擅长对思维进行思考，我们越能顺应改变，越能找对朝向幸福生活的方向。

■一个实用的比喻：内心的记者

我认为元认知就像一名记者（见图1-6），因为一名优秀的记者具备从元认知中最大程度获益的主要特征。



图1-6　心中的记者

一名优秀的记者：

·行动迅速

·来源可靠

·提问准确

·持续追踪

·报道真实

（在第二部分中，你会听到一些关于心智的其他比喻，我将其称为“心智的12种元表征”，但是这里我们仍使用记者这个比喻，因为此时，没有比它更贴切的了。）

下面我们列举一下优秀的记者与元认知觉察存在哪些相似之处。

◎行动迅速

一旦记者决定好报道的方式，就立刻行动，决不浪费时间。同样的，元认知觉察必须快速地进行改变。我们必须即时分离和评估当时情境，因为事态发展往往难以预料，但是必须马上做出行动。

◎来源可靠

知识是一种手段，正如逻辑和直觉也是手段一样，尽管我们不能单纯地依靠知识（就像我们不能纯粹地依靠逻辑或直觉一样）。有一个观点一直贯穿本书，寻找和应用来自可靠来源的知识线索，为我们提供了一个元认知的契机。

这本书中参考和推荐的出处主要基于实验或来源于其他学科。一个好的记者能够深入挖掘信息，多方位进行思考，因为任何单独的学科都不可能提供足够的信息。他还应该把打破阻碍学科互通的围墙作为使

命，同时，一名优秀的记者自己也是“万金油”。同样的道理，只有信息来源广泛，我们才能增强元认知觉察。寻找和消化这些来源是一个不断学习的过程，如果我们把这内化为日常生活的一部分，我们必定受益匪浅。

◎提问准确

一名优秀的记者会深入问题的本质，而不是停留在问题的表面。这点同样适用于元认知觉察。如果我们躲躲闪闪或不肯正面问题，对我们来说没有一点好处。相反，正确的做法是一针见血，直击要害。另外，我们没有时间可以浪费，记住，在这个过程中，从来都是时不我待，所以做事果断非常必要。

◎持续追踪

记者们都是喜欢评论的侦探。当他们提出正确的问题之后，剩下的就是持续追踪。但是如果他们意识到自己掉进了一个兔子洞时，他们也会意识到该到此为止了。元认知的推断在任何特定的时刻，都会持续很长时间。这其中的一些与你问自己的问题有关，一些则不是。如果你认为推断有帮助的话，你就得找出其中的相关性，并持续追踪，同时忽略掉其他无关的推断。

◎报道真实

最后，一名优秀的记者报道的事实可能令人难以接受。无论事实怎样，它都是故事的一部分。一旦使用元认知，你不得不心甘情愿承认你发现的一切，无论它们有多么不堪或是令人心碎。你内心世界的搜索，就像记者的搜索一样，是为了获得真相，尽管真相往往不尽如人意。这是所有人都会遇到的事。

现在，你可能会问，“如果时间紧迫，我应该如何实施这么多步骤呢？”答案就是，尽管以上这些看起来是一步步的，事实上他们是一个整体。记者们使这些特质具体化，并将它们一起体现在行为之中。我们在使用元认知觉察时也应如此。每次，当我们有意识地使用元认知觉察，我们都不会故事地从A到B，再到C。我们应该向资深记者学习，训练自己自主地实施这些步骤。

本章小结

在本章中，我们讨论了什么是元认知，它对思维起到了什么样的作用；什么是反馈回路，为什么它是讨论大脑和心智时的重要概念；一名优秀的记者与元认知觉察存在哪些相似之处。

下面是第1章的主要内容：

·元认知是“对思维的思考”。

·反馈回路包括四个主要因素：事实、联系、结果和行动。

·元认知回路是无意识的信息（在“系统”中）进入到意识空间（心理剧场），并且转化成能重新转回系统的信息的过程。然而，我们必须这样想，我们能够通过内省来进入无意识空间，这种想法被称做“内省错觉”。

·我们能够通过元认知回路，进入部分无意识空间，但是要注意的是，这个过程包括两种水平的元认知，低级元认知（我们接收认知的想法和感受）和高级元认识（我们从所想所思中分离出来）。

·元认知觉察是指，我们使用元认知反过来影响思维和行为的“思维策略”的水平。

·一名优秀的记者所具备的条件与充分地利用元认知觉察的原则十分相似。

·成为一名优秀记者的“过程步骤”实际上并非分步骤，而是一系列连续的思维和行为，元认知亦然。

·我们需要付出努力才能扩大和提高元认知觉察的能力，这样做会大大提升得到最理想思维结果的概率。

第2章　心理化：最初的心智游戏

在这个时代，人们的心智已到达了一个新的高度，然而，却没有人了解其中的过程。

——阿尔伯特·爱因斯坦

我们已经讨论过元认知，包括元认知是什么以及元认知回路在心智上是如何工作的。下面，我们将会进一步探讨人类大脑增强元认知的特质。

然而，在开始讨论之前，要做件重要的事情，我们需要把这些自我反思能力与其他物种的相似能力进行一下区分。长久以来，认知科学家认为，只有人类才能够完成基本的自我意识任务，比如说识别镜子的自我。如果你把自我意识想成一条线段，那么类似于镜面自我识别的基本任务位于线段的一端，元认知觉察则位于另外一端。这样，你对我们将要讨论的内容会形成一个完整的心理框架。

事实证明，我们在其他物种的自我意识水平上的观点是错误的。不仅仅黑猩猩和其他类人猿能够识别镜中自我（与认为它们的影像是另一只猿相反），甚至连海豚、大象、猕猴和欧洲猿、喜鹊都能做到这点。[1]

真正只有人类能够完成，而其他物种却做不到的是，从自我知觉中脱离出来，审视一种脱离了自我的情境。举个例子，黑猩猩之所以能够识别出镜子中的自己，是因为它注意到当它指或拍镜子的时候，镜子的影像与自身的动作完全一致。（正如我之前提到的，我们认为其他灵长类动物是最近几十年才具有这种能力，这种能力出现的时间要更早。）但是，同一只黑猩猩却不能够假想出一个除镜子影像之外的心理位置，

它不能在一个脱离当前环境的水平下进行元认知。

然而，人类不需要注意，就能脱离当前环境进行元认知。例如，当交通拥挤的时候，旁边的车却突然插到你前面，你立刻就能意识到出现在当前情境中的所有事物，你自己、交通以及插队的人。你怒不可遏地按响喇叭，然后摇下车窗玻璃，呵斥插队的人。

但是进化使你具备了一种与众不同的技能，因为你没有必要与当前发生的事情保持一致。你能够从当前情境脱离出来，判断一下不同的思维和行动会带来什么样的结果。在你按响喇叭，摇下车窗，大声呵斥之前，你能够对做与不做的后果进行一下分析。在这个心理空间中，你“看到”了下一刻将会发生什么，认为贸然行动结果并不理想，所以你放弃了这样做。你有效地使用了元认知觉察来改变当前局面。

阅读了上段之后，你可能会问：“那听起来不错，但是万一我一时冲动，失去理智，立马行动怎么办？”答案是，任何人都能够改变下一刻要发生的事情，尽管我们承认更倾向于听从大脑的边缘系统做出反应，这个反应系统因“战斗或逃跑”的倾向而广为人知。[2]

我们将会再次思考在前面探索中浮出的问题。高度发达的元认知觉察绝对是对抗“战斗或逃跑”反应的疫苗，但是作为一种资源，它却被许多人忽视，以至于它的力量不能得到充分发挥。元认知是人类所拥有的、改变和提高大脑反馈回路结果的最有效的内部力量（包括那些分泌大量的肾上腺素才能施展的能力）。然而，要想使用好这种影响力，一定要下工夫。

我们能做到如此之多，比如自我反省，这也是灵长类和猿类做不到的。那么，除了元认知之外，还有什么使我们的心智区别于其他的呢？

■心理理论

心理理论（TOM）指的是人类特有的能力，它使人类能够想象隐藏在他人之前行为背后的动机和感受，并对他们当前或未来的行为做出预测。TOM有其有意识的、合理的部分，不过，我们常常通过快速、自动的无意识过程对他人所想所思进行“理论化”。TOM又被称作“心理化”（见图2-1）。



图2-1　心理化

人际关系和社会组织使得人类成为对TOM有着高要求的唯一物种，因为人类社会的复杂，使得人们“进入他人头脑”成为必须。换言之，我们都是天生的读心者。

所谓读心，也并非想象中的那样可怕。我们所有人，无论刻意与否，每天都在“进”、“出”他人的大脑，搜集和评估能够作为判断他人思维会怎样影响行为的线索。我们如此频繁地做着这件事，以至于得到一个很有力的观点：我们的心智，至少是一部分，由我们的思想与他人思想产生的碰撞来定义。

在这儿，要着重提一下丹尼尔·西格尔的贡献。西格尔的工作开创了一个新的领域——“人际神经生物学”。这个学科的诞生表明，当我们说起“心智”时，我们实际上是在谈论我们的大脑、自己的心智和他人的心智之间的关系。总结一下就是，心智是内在的、相关的。用西格尔的话说，就是：“心智是身体的意外属性，而联系是在内部的神经心理加工和相关经验中产生的。换句话说，心智是出现于全身分散式的神经系统以及联系中交流模式的一个过程。”[3]

这也是西格尔所说的“突现”的实质，更加基础的过程（与大脑的神经联系以及与他人的相互联系）产生了一些新事物——我们的心智。因而，我们的心智来源于不断变换的内外部变化。西格尔强调：“心智是身体的具体表现，而非局限于大脑。同样，心智也是相关的，而非独立的产物。”

■意向性：心心相“映”

紧跟着心理理论，接下来我们要介绍一下“意向性”，一个将人类和其他物种区分开来的重要概念。意向性可以被看作心理理论产生作用的

有力臂膀，它可以通过次序得以测量（第一、第二、第三等）。

拥有一阶意向性的主体（人类或其他动物）能够反思自我的欲望、需要，他们能够进入自己的头脑中。甚至一只正在照镜子的黑猩猩也不得不做一些一阶动作来确定它正在观察的是它自己，而不是别的猩猩，而且好像地板上靠近其他猩猩的葡萄确实在它旁边，只等着它拾起来，然后大快朵颐。

二阶意向性使得主体能够形成关于他人心智状态的理念。

三阶意向性指的是个体能够推断一个人如何思考另一个人的想法。

再向前推进一步，四阶意向性指的是个体能够推断一个人怎样揣测另一个人如何思考第三方的想法。

仅仅人类能够掌握三阶和四阶意向，在某些特定的情况下，甚至能完成五阶或六阶意向。并且，一些很复杂的记叙文只可能使用四阶甚至更高的意向性才可能展开。[4]

非人类的灵长类动物，例如海豚和猪，具有一阶和二阶意向性。[5]

■心声的作用

人类心智区别于其他动物的另一个与众不同的特征就是“心声”。心声是将行为中的元认知觉察标注出来的通常做法。当我们检验自己的思维过程进行到哪一步的时候，检测者会听到一种来源于自身的声音。尽管这种声音是我们自己发出的，但是它更像是一位冷静的旁观者做出的论断。[6]

大多数人都体验过这样的心声，当你决定去做某件事情的时候，“去

做吧”，“千万不要这样做”，类似的声音冷不丁地会回响在你的耳畔。那么，心声是如何到达行为的终点并在终点指挥我们究竟是前进还是止步不前的呢？答案就是，心声的发出者——元认知“黑匣子”。

然而，问题在于，你的心声是否真的具有指导作用呢？如果你的元认知觉察的过程得到了良好的训练，那么可以肯定地说，心声会引领着你走向成功。但是，倘若恰恰相反呢，遵循心声的指挥，只会让你陷入一个接一个的麻烦之中。

使心声具有指导性，对于大多数人来说都是个艰难的任务。消费型的社会在潜移默化中使我们接受这样的主流文化，任何形式的“感觉好”都是我们应该追求的目标。而这种情况下的“感觉好”往往是本能的替代词。尽管有时满足一下原始欲望会得到不错的效果，但是大部分时间，盲目地实现本能往往带来的是灾难性的后果。

人类的本能在进化过程中已经被打上了生存和繁殖的烙印。但是，当你把那些原始欲望带入复杂的文化中，它们与文化无法完美契合。事实上，我们有理由相信，人类与生俱来的本能与大脑所创造的文化已经脱节了。

这也就是元认知之所以是如此重要的一种内部力量的原因。因为它能够引导原始欲望和认识感受与实际情境相符的方向上发展。

有研究曾关注心声在组织一段内部对话中发挥的作用，这实际上也是一个很有趣的心理学现象，我们对自己不断重复的内容，最终将变成现实。举个例子，你为了找工作，投出去许多份简历，但不是石沉大海，就是婉言拒绝。此时，如果你的耳畔回响着这样的声音“你是个失败者”“你是个失败者”……最终，你会放弃寻找工作，因为你深信无论付出怎样的努力，也是徒劳无功。

这个就是我们所说的“未经训练的心声”。因为它生长于阴暗情绪的角落，而不是元认知觉察的沃土。如果心声未被训练，常常会传递负面的信息，例如，你能够合理地预测出更多失败的可能，但只要有一次成功就能扭转乾坤。

也许，没有人对心声的描述能比伟大的罗马教皇，马可·奥勒留（Marcus Aurelius）形容得更贴切的了：“惯性思维怎样，心智就会怎样，因为你的灵魂已经被思想浸染。”

■自律型人格

如图2-2所示，我们已经行至旅程中具有里程碑意义的一点。我们已经知道元认知和心理化是如何发挥作用的，这将为接下来揭开探索过程中的第一个重大发现做好铺垫。

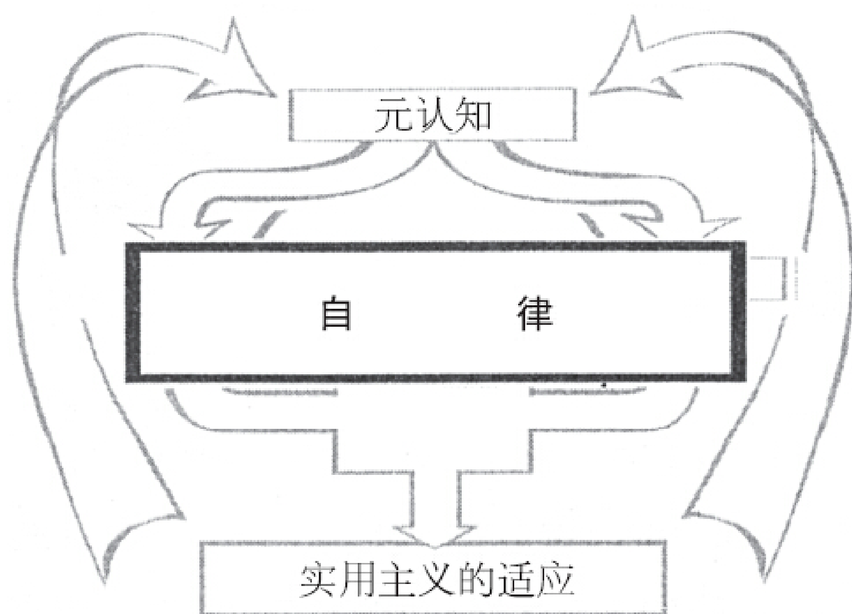


图　2-2

通过对元认知的有效利用（心理化增强了其效果），我们具有了越来越自律的人格。

“自律”指的是可达到的自我意识的最高水平。（我使用“可达到的”这个词，仅仅是为了强调我们在第1章中提到的无意识所受到的限制，记住，我们进行的是实用主义的探索，我们必须实实在在地“能够从那到这儿”。）

就我个人的理解，自律型人格的人了解元认知回路并且能够使其发挥最大功效。他们同样知道心智化是怎样起作用的，并且认识到他们的心智会有目的地与他人相互作用。尽管他们知道自己无法控制无意识，但是通过元认知，他们可以影响庞大的系统中的加工模块，进而改变整个生活。同时，他们也明白当元认知得到有效利用时，他们引导和管理信息进出意识空间的能力会增强。

近20年的研究表明，具有自律型人格[7]有以下优势：

·更高的创造力水平

·更加灵活地运用所学知识

·更加适应性地去考虑问题

·更加出色的任务表现力（工作、学校表现，等等）

本章小结

第2章整体框架如下：

·曾经我们认为，只有人类拥有一定水平的自我意识，但是我们现在知道事实并非如此，灵长类动物（例如海豚、大象）也具有极低的自我意识，它们可以识别镜子中的自己。

·心理理论，或者心理化，指的是人类独有的基于他人过去和现在的行为，推断他人思想的能力。

·意向性具有序列性，并开始于一阶（基本的自我意识），二阶指的是对他人心智状态的觉知，三阶指的是觉察到某人对另一个人心智状态的觉知。依此类推，只有人类才拥有三阶甚至更高阶的意向性，最高的可达六阶。

·心声是标记元认知觉察的最通用的标签。

·如果心声得到良好训练，那么它将扮演一个冷静的旁观者的角色。反之，人们将沦为情绪的奴隶。

·经过前两章的学习，我们到达了探索之旅中的一个里程碑——自律型人格。[8]

第3章　实用主义的适应：改变思维，改变生活

微小改变，开启幸福生活之门。

——列夫·托尔斯泰

■实用主义的适应

从本章开始，我们将从元认知过渡到进化生物学和最新的衍生理论——进化心理学中。首先，要对这些概念进行一下区分，这很有必要。因为这将为我们接下来的探索之旅增添浓墨重彩的一笔（见图3-1）。

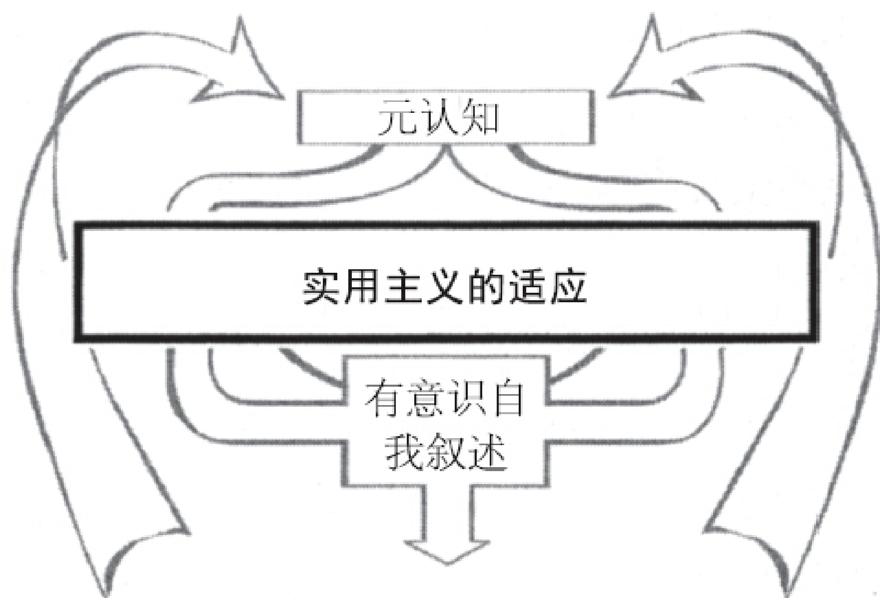


图　3-1

人类一方面蒙受生物进化的恩泽，一方面与文化进化进行着博弈。鉴于此，用一种实用的观点看待反馈回路对人类的重要意义。

为了方便读者们理解，图3-2描绘出了一个反馈回路的基本要素。



图　3-2

因为人类是生物进化的产物，所以反馈回路很可能在我们以直立人的形态出现在历史舞台时就已经伴随着我们。人们总是认为后期人类的许多方面都是非常“现代”的。其实这种偏见不难理解，因为我们仅仅能够看到许多思想和感受在特定的时代（我们生活的时代）的运用。

拿“怀疑”来说。当我们提及怀疑时，实际上是在质疑某个想法或假说的真实性。怀疑是高级物种特有的手段。通过怀疑，人们能进行辩证思维并反省自身。但是，让我们回顾一下人类的进化史，看看这个似乎很“现代”的工具如何进化成为人类大脑工具的一部分。实际上，怀疑的雏形在进化的历史中已经存在了上千年，我们之所以没有辨认出它，是因为我们的知觉本身只停留在此刻。[1]

原始状态的怀疑可能表现为某种敏锐的感觉。这种感受会阻止一个原始人过于靠近巨蟒的洞穴。不过，原始人能解释这其中的奥秘吗？显然不能。但是，这丝毫不影响这种感觉对他生存的重要性。

对于反馈回路的要素来说，道理亦是如此。换句话说，我们趋利避害的思维过程早已深深地植根于千百年的物种生存之中。多亏了所谓的现代思维模式，我们才能进化成如今的样子。那些“现代”的思维模式之所以能保留到现在，是因为它帮助我们的祖先在地球上生存下来，并繁衍生息。

这个故事的另一面是关于我们生存的社会世界，它是人们通常所说的“文化进化”的产物。[2]我们即将步入文化进化的长廊。在这里，我们将会认识到反馈不但对于生存来说是不可或缺的，对于我所说的“实用主义的适应”来说也是必不可少的。

生物进化中的适应是一个相当缓慢的过程（太过缓慢以至于我们难以在某个特定的时间段追踪到任何事）。由自然选择导致的适应历时千万年，甚至更长时间。

另一方面，实用主义的适应促使我们适应文化进化的需求和挑战。与生物进化相比，文化进化的速度相当之快。举例来说，最近的几十年，癌症的治疗技术取得了令人惊叹的进步。过去，我们只能采用有副作用的化疗方法来治疗癌症，而现在，人们可以将负载着抗癌药物的微小核糖核酸分子注入人体，使得它能够像巡航导弹一样，精准地瞄准肿瘤，将其消灭。[3]

这个巨大进步的取得，只花费很短的时间。我们有理由相信，在未来的20年内会取得更大的进步。同理，可以想象一下在沟通方式上产生的进步，借助于数码的社交网络、手机和一系列的技术手段，先前阻碍

人们相互交流的距离正在消失。而距离消失的原因，是因为我们的大脑创造了能够跨越世界各个角落人们之间物理鸿沟的技术。

类似的故事在不同的领域重复上演，并且它们都是以我们大脑所创造的世界为背景。总的来说，生物进化造就了人类大脑，大脑又催生了永不停歇的文化进化。听起来有点讽刺，不是吗？我们必须适应由进化适应过程中最复杂的主体所创造出的世界。

实用主义的进化指的是我们如何修正自身的想法和行为来适应这个由我们大脑创造的世界。人们无时无刻不在适应，小到看似无关紧要的事，比如，早晨喝哪种咖啡，大到足以改变我们生活的事，比如，住在哪儿，从事什么样的工作，以及是否要孩子。

实用主义适应中最重要的变量就是反馈。每天，我们所做出的决定都基于反馈回路，任何人都不能跳出反馈回路的几个阶段，并且，当我们并不处在意识监控状态时，回路依然保持运行。

不过，凡事总有例外。当我们严密监视反馈回路时，它的运行过程会放慢甚至处于停顿状态，仿佛按下了“暂停键”。当人们唯恐一不小心某事就会出差错时，就会引起大脑的自然威胁反应，使得焦虑水平提高，注意力分散。换份新工作、结婚或者去一个陌生的城市都会引起这种反应。

在上述的情况（或者其他举不完的例子）中，成功并实际适应当时情境的需求会使生活发生天翻地覆的变化。其中，反馈回路中的信息以及掌握信息的方式非常重要。结果阶段的一个错误会把你引向错误的行为路径。一旦走错了路，想要改变方向可就难了。

然而，大部分时候我们做出的行为不会产生那么严重的后果，所以

还不至于“一失足成千古恨”。但是，无论结果重要与否，我们都得适应挑战，需要并且要依靠反馈成功地适应。

■重塑适应性的大脑

作为一门研究大脑活动与行为联系的新兴科学，认知行为科学的横空出世，颠覆了人们长久以来关于大脑的许多假设。在认知行为科学出现之前，人们一直秉持着这样的观点，大脑自我改造的能力极其有限。成人的大脑就如同那才尽的江郎，再无可发展的空间。然而，一些着眼在“大脑可塑性”上的发现相继出现，一次又一次地挑战着固有观点，使得人们不得不重新审视“大脑不可能改变”这一假设。所谓大脑可塑性，往往指的是神经化学水平上的变化，尤其是指突触（神经元之间的连接点，它允许类似多巴胺、5-羟色胺、谷氨酸之类的神经递质在神经元间的传递）在形态和大小上的变化。[4]

事实上，并不是所有的突触都是“可塑的”，但这并不妨碍大脑整体的可塑性，因为研究表明，多数脑区都存在着能够调整特定神经递质的接收和释放的突触。这项发现之所以让人兴奋，是因为它暗示着在不久的将来，大脑能够通过训练，实现惊人改变，其程度可能是人们之前想都不敢想，梦都不敢梦的。举例来说，研究发现，当人们某一部分肢体处于瘫痪状态时，大脑能够通过有意识的训练重塑自身，通过其他神经通路来控制其余健康肢体，进而使瘫痪肢体恢复功能。[5]

在本书中，我们将会弱化神经化学水平（然而我们必须知道神经化学水平是我们将要讨论的一切的基础），将注意力集中在本着实用主义的原则，大脑调节自身使之适应环境的能力上。在我们寻找答案的过程中，我们不经意发现，在印象中固若磐石的性格（“我是谁”的核心）其

实一直都在发生着变化。

■顽强的适应英雄：人格变化和幸福感

一直以来，在人们的观念中，自出生以来，我们就被打上了某一人格的烙印，更是有这样的俗语："江山易改，本性难移。"[6]似乎自幼年起，无论周围环境如何变化，抑或是我们经历了什么样的世事洗礼，我们的人格就如同被模具定了型，不再改变。然而，在过去的十年间，研究者发现我们的人格不仅能发生变化，并且人格上的变化对生活满意度的影响深远，甚至远远大于我们通常认为的工作、婚姻和居住条件等因素。那么，为什么我们一直都对最重要的"影响者"视而不见？简略解释来说就是，工作、婚姻等是我们生活中显而易见的可变因素，我们就想当然地将它们贴上了"幸福感影响因素"的标签。

在这里，我不打算花篇幅去讨论在过去相当长的时间里，人格变化被忽视的种种原因。因为这种思维错误符合大众模式，甚至直至今日，大众模式在社会科学中依然占据主导地位。我们讨论的中心是，我们对于人格变化了解多少？人格变化与我们对反馈和适应的探索存在怎样的吻合之处？

首先，我们需要讨论人格是什么。心理学家通过五种评价类型来定义人格，这五种评价类型通常被称为"大五"（见图3-3）。[7]



图3-3　大五人格

“大五”开始并不只有五种类型。人格理论学者高尔顿·奥尔波特（Gordon Allport）假设有4504个可以用来形容具体的人格特质的形容词。他把这些形容词分为三大类：

1.核心特质会主宰一个人的人格。

2.主要特质会影响一个人的行为。

3.次要特质只有在特定的情境下才会表现出来。

对于大多数人来说，人格特质如此之多，以至于让人感到混乱不堪，难以操作。最终，另一位学者，雷蒙德·卡特尔（Raymond

Cattell），使用一种统计方法将奥尔波特冗长的形容词表缩减为171个条目。后来，他又提出了一个16人格因素模型。在这之后，又有两位人格理论学者，保罗·科斯塔（Paul Costa）和罗伯特·麦克雷（Robert McCrae）修正了16因素模型，从中挑选了五个关键的人格类型，也就是我们知道的“大五”。[8]

人们通过做问卷，得到一定的分数，判断自己属于哪种人格类型，在特定类型中的分数越高，某种“大五”人格类型在他的人格中所占比重越大。虽然“大五”并不完美，但是这种评估在实际生活中却收到了良好的效果。[9]

比如说，我们能够预测，一个在“开放性”上得分越高的人比在这种类型上得分较低的人更容易接受新的、富有挑战性的观点。在“严谨性”上得分较高的人跟得分较低的人相比，会花更多的时间使一切井井有条。那些在“外向性”上得分较高的人更善于社交和表现自己。

以前的观点是，一个人在任一类型上的得分都是固定的（可能在青春期之后就固定了）。[10]然而，最近的研究表明，我们在任何类型上都可以做出改变，而这种改变取决于所处的环境。我们可能会突然发现自己为了适应环境，人格已经悄然改变，而自己对这个过程却不知道。

这是否意味着我们能够彻底地发生改变？不，当然不是。因为每个人在不同的人格类型上都受到不同程度的变化阻力，这将会影响变化的程度。并且，由于某些未知的原因，某些人遇到的变化阻力远远高出平均水平。

但是，相对于做出彻底改变，大多数人能够以一种象征性的方式来改变自身的人格，而且这样做会产生比改变外在因素更好的结果。那么人格变化是如何产生的呢？这需要继续我们之前探讨的一个术语——实

用主义的适应。首先，我们要判断自身在任何一个特定的人格类型上的局限，然后，本着实用的目的，去打破种种局限。

事实上，研究指出，人格变化与社会经济因素一样（收入、就业、婚姻状况）都是影响生活满意度的重要变量。而且，与主要的人口统计学变量（居住地、子女数量等）相比，人格变化对生活满意度的影响更大。[11]

类似的研究也证明，如果我们花更多的时间去思考我们的“大五”人格，而不是不能控制的外在变量，我们将会变得更好。退一步说，假使我们真的能够控制外在变量，那些改变也触及不到幸福感的核心。现在的问题是，无论我们是否把人格视为一个变量，它都与我们如影随形。用一句古老的谚语来说就是“性格决定命运”。

■适应道路上的重点：应变稳态和自稳态

应变稳态与自稳态，这两个相辅相成、同时又相互对立的术语告诉我们人类大脑是如何适应这个千变万化的世界的，并且它们直接对人格产生影响。我们先来谈谈自稳态。

自稳态是指一个系统试图去保持稳定、平衡的状态，而不是从一个极端到另一个极端。著名的生理学家沃尔特·布雷德福·坎农（Walter Bradford Cannon）提出了这个关于生理系统的术语（正如我们所知，大脑正是这样一个系统）。事实上，大脑和身体都是一个生理系统，因此，它们都倾向于自稳态——一个稳定的“舒适区”。[12]

与之对立又互为补充的应变稳态是一个需要适应千变万化的内部和外部环境的系统所必备的，目的就是要接近自稳态。[13]

我们的大脑同时包含了这两种动态。举例来说，大脑在交感神经和副交感神经系统中寻求一种恒定的平衡（在放松状态和警觉状态之间），但是我们从来不会一直保持其中的某一种状态。相反，为了应对外部和内部的影响，大脑会在这些状态之间来回变换（见图3-4）。如果我们长时间停滞于一种状态，那么对我们的身心都会产生不利的后果。比如，刻意延长休息时间会滋生抑郁；而长时间保持攻击或逃跑状态下的高强度应激反应则会使我们的血压飙升。（想象一下如果你把车放在车库里闲置了一年，再次启动会怎么样？又或者你以最高时速在高速公路上飞奔了几个小时，你的发动机这时会如何？）古语云：“月盈则亏，水满则溢。”无论是放松还是警觉，过度都不健康。

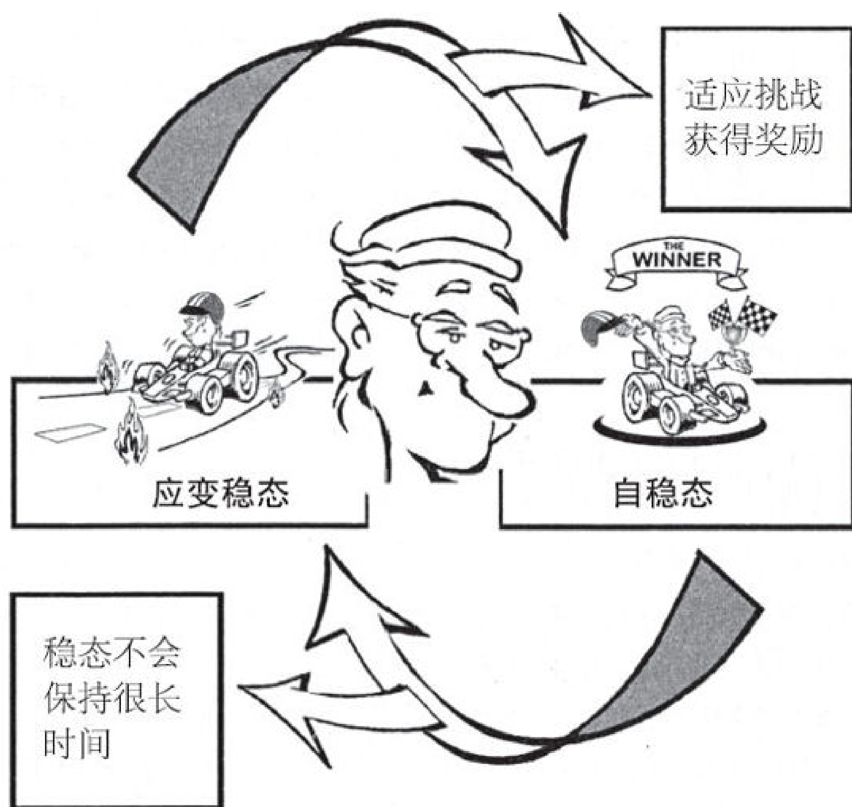


图 3-4

这也就是为什么我们的大脑并非一成不变，但也会处于应变稳态的原因。因为大脑要不断地面对来自于内部和外部的挑战、困难和突变，使自身适应。举一应变稳态的最好例子，就是人们如何处理所谓的“思维错误”。[14]

■走出思维误区

认知行为疗法（cognitive behavioral therapy，CBT）是一种试图通过改变思维来改变情绪反应的治疗技术。自它问世以来，在心理治疗方面做出了很大的贡献。其中，它最大的特色是认为，由于我们的认知中存着一系列的“思维错误”，使我们不合理地解释了事件，从而导致心理问题，这一切与事件本身没有关系。当我们受困于思维错误的迷宫时，大脑就会错误地解读信息（事实），从而导致反馈回路发生偏移。进而，阻碍我们适应的能力。

常见的思维错误：

·“非黑即白”的思维

·以偏概全

·否定正面信息

·否定负面信息

·主观臆测

·宿命论

·最大化或最小化

·情绪性推理

·乱贴标签

·自找罪受

·错误比较

·错误预期

“非黑即白”的绝对思维：思维绝对化，非黑即白，非此即彼，没有折中。“假如一个人过去对我很冷淡，那么他就一直对我很冷淡。”“如果我得不到我想要的进步，我就放弃。”

以偏概全：凭借仅有的经验去判断类似的所有事情，就像盲人摸象。“买大排放量汽车的人都不注重保护环境。身上有刺青的人都不是好人。”

否定正面信息：认为发生的一切好事，都是由于运气，坏事才是正常的结果。“如果这次考试考好了，那是瞎猫碰上了死耗子，如果没考好，很正常，因为我不够聪明。”

否定负面信息：如果事情发展不尽如人意，皆是外部原因所致，例如运气不好；反之，进展顺利，都归功于自己的努力。“如果我没有得到这份工作，那不意外，因为老板怕我功高震主，他们想要能力普通点的人。”

主观臆测：即使没有足够的证据，你也认为你能够确定他人的想法。“老板想要提拔我，她肯定心里不忿。我如果跟她说话，她一定故意找茬儿。”

宿命论：在任何情况下，都想到最坏的可能后果。“我要去约会了，但是有什么用呢，我知道我们不可能在一起。”

最大化或最小化：要么高估，要么低估了一个情境的真实性。“如果斯蒂芬妮拒绝我的话，就证明我真的是一个没有魅力的人，不配得到任何的人青睐。”

情绪性推理：对你的消极感受深信不疑，并据此采取行动。“我感到很愤怒，因此必须让愤怒得以纾解。”

乱贴标签：无视事实，随意地给他人扣上一顶帽子，从此左右以后的判断。“约翰居然戴了耳环，他一定是个轻浮的人。我绝不能信任他。”

自找罪受：认为所有事情都与你有关。“莎拉今天在过道中看到我的时候没有笑，她一定对我有所不满。”

错误比较：没能看到人或事之间的重要差别。“一间大公司的经理和其他公司的经理一样悲惨，什么地方都一样。”

错误预期：没能看到预定目标或问题真实的维度、变量或可能性。“如果我成绩好，我就能获得一份薪水很高的工作。”

■思维错误使反馈回路发生偏移

因为反馈回路依靠事实的输入和加工，而这些都会受到错误思维的影响。由一个思维错误引起的不准确的心理过滤可能会将思维加工过程引向歧途。

打个比方，如果你开始做一件事之前就想，要么做到100%，要么

就不做，那么你在思维的结果阶段就会变得相当武断，因为你已经决定除非你能完全达到想要的效果，否则你压根就不会着手去做。

这种可能性微乎其微，如果你一开始就秉持着“非黑即白”的态度，那么你会忽略掉能部分实现你目标的可能性。而这种量变的积累，往往到最后能实现质的飞跃。但是由于一个思维上的错误，你已经故步自封，止步不前。

如果你一开始就只是主观臆测，那么你就会以一种扭曲的视角对事实进行加工，得到的结果往往与事实相差甚远。若你一开始就对事件做出“错误预期”，那你要么低估了行动的难度，要么夸大了成功的困难。

为了最大限度地从反馈回路中获益，你要具备一双“慧眼”，只要你出现了思维错误，你就能立即发现并自我反省。很多时候，我们可能会同时出现两个或者更多的思维错误。像“以偏概全”和“非黑即白”的绝对思维，常常一起出现。

■思维错误和自动化思想

在思维错误造成破坏之前，很难对它们进行识别和检测。因为它们的原始资源，即自动化思想来源于无意识领域。（还记得在第一章提到的术语“认知”吗，一些无意识的渗透是有用的，但另一些可能是消极和错误的。）每一个人都有自己易犯的思维错误，但是所有人每天不可避免、或多或少都会陷入错误的自动化思想中。

如果思维错误长期存在，会在大脑中形成固定的神经模式。我们可能不知不觉地就进入主观臆测，或乱贴标签，又或是情绪性推理的通路之中，因为这些通路已经在大脑中形成了物理性的结构，我们浑然不觉

被牵引着，顺着这些通路进行思考。从这点看，思维错误并不是经过分析的真实性想法，但是一旦具有误导性的自动化思想进入意识空间，占据注意之后，我们就会采取习惯化的行动。[15]

因此，我们有必要回顾一下在第一章对元认知和无意识的讨论，尤其是涉及认知的感受和想法的时候，让我们再次看一下下面这幅图（见图3-5）。

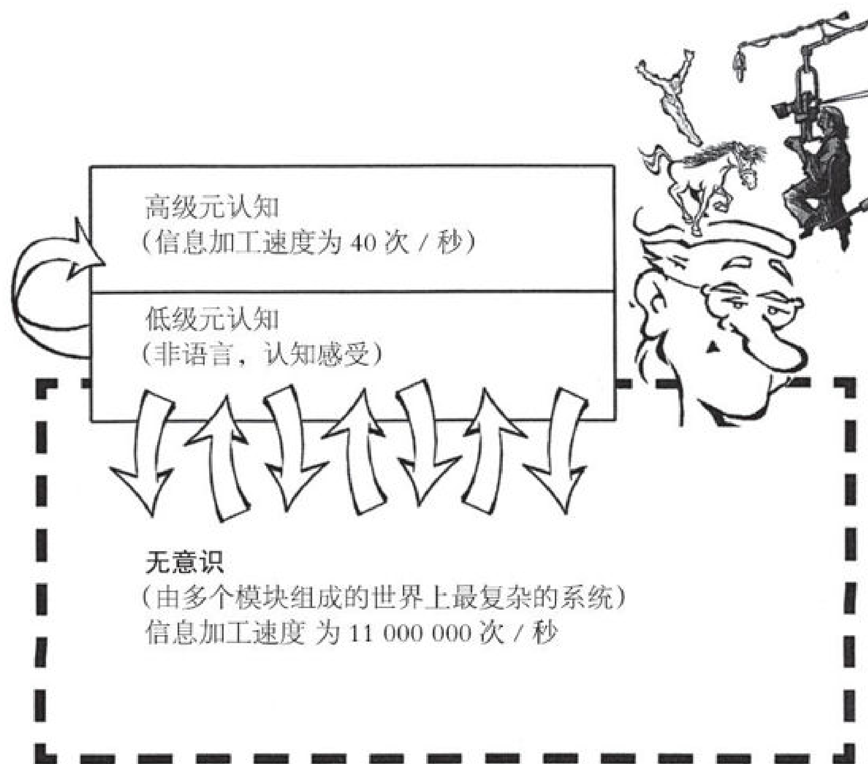


图3-5　意识层面的元认知

我们的大脑经常产生自动化的想法，消极的积极的都有。依靠现有的科技，人们无法彻底弄明白为什么无意识会制造一堆没完没了的信息，然而，我们知道这种情况会一直持续下去，只有学会有效地控制那些想法，人类才能更好地适应。

■使用注意工具来解决我们的问题

我们已经知道，无法阻止潜意识中的自动化想法涌入意识，但是我们可以有目的训练自己集中注意力。认知行为疗法中关于问题解决的原则为注意力训练提供了好办法。

◎认知行为疗法中的问题解决原则

1.仅仅把注意力集中在你能解决的问题上，不要纠结于那些明显不在你能力范围内的困难。

2.当下只专注于一个问题，并投入100%的努力。

3.关注自身的改变，不要妄想改变他人。

4.把不能面面俱到作为一个选择。

5.记住，你不是你的想法。

“你不是你的想法”这条原则至关重要。大脑片刻不停地往意识空间中填塞各种各样的想法，但是这些想法并不能定义你自身。它们是一个正常运转的大脑的自然产物。我们怎样处理那些想法才是问题的关键。[16]

在某种意义上，每一个反馈回路都在解决一个问题。比如说，节食是为了解决除去多余的体重这一问题（或者变得更健康、更漂亮等），更加努力地工作是为了缩短现在水平与未来水平的差距，加强与周围人的沟通能够帮助你及早发现形成和谐关系的障碍，等等。

若我们能够识别思维错误，再使用认知行为疗法中的原则，我们就能够减少思维错误。（这是本书第二部分——“做”中将要详细讨论的工

具的简要预览。）

■为什么坏事总赶到一起

人们常用“屋漏偏逢连夜雨，行船偏遇打头风”来形容一件事情出错的同时另一件事也出错。同样的，还有成语“祸不单行”。

这些话包含一定的哲理，无论我们承认与否，万物存在着普遍联系。但是这也不能解释为什么坏事总是赶到一起。也许反馈回路能够为这个令人郁闷的事实提供一些解释。

事实上，并不一定是多个棘手的问题同时出现在你的面前，很可能是你进入了一个“困难管理”的思维误区，导致你误解了生活。

不过，我要告诉你一个好消息，你在第一部分所学到的，能够保证你从那些扭曲中轻松脱离出来，并且一旦你掌握了分离，你就获得了我们探索的另一个关键启示——“自我对称”。

■寻求平衡

“自我对称”这个术语是指，在关于自我概念的两极——“自我协调”和“自我失调”之间寻求一种理智的平衡，当你以一种自我协调的方式工作时，你认为出现在你意识中的一连串的想法都真实地代表着你是谁。

当你以一种自我失调的方式工作时，你会发现渗透的想法与你相悖（“失调”意味着不和谐）。在这种模式中，你很可能会拒绝这些想法。因为它们与你认为的自己或是想要成为的自己不相符。

用两个简单的陈述来描述两极，就是：

1.“这是真实的我。”

2.“这不是真实的我。”

没有人会单独地执行其中的某一极。我们对想法的反应得“具体问题具体分析”。例如，你很少在公众面前展示自己，但某天，你突然需要在很多人面前演讲，你的脑海里肯定充斥着这样的想法并对此深信不疑，“我肯定做不好，一定会丢人的”。这种恐惧产生了一个自我协调的反应。你会认为那个想法是准确的，因为它代表了“真实”的你。事实上，这些想法根本不对，但关键是，在自我评估的时候，这些想法“看”上去是否真实。如果它们“看”上去是真的，那么它们将继续支配你的意识，你的行为将会跟那些想法保持一致。

另一方面，你也可能早就想要摆脱这些想法，当面对登台演讲的机会时，你会直面这些想法并且指出它们与你想成为的人不相符。在这种情况下，产生的阻碍恐惧想法的反应是自我失调的。那些想法与你心中的理想自我（你希望自己最终的样子）背道而驰。

在上面的例子中，大多数人都认为自我失调是正确的那极，我也赞同这点。但是，核心的问题仍然没有被点破。如果我们把将想法归于自我失调的想法评估过程进行拆解，我们将会发现多个分离的重要时间段。正是在这期间，从潜意识渗透的消极思想仿佛被按下了停止键，被反复思量。元认知发挥了作用，结果改变了。

当你自动地跳到某一级时（要么自我协调，要么自我失调），你都不能对思维进行思考，你仅仅是在不作为。不作为，通常是一条更好走的路。停顿、评估和挑战则是另一条充满艰辛的道路，但是，只有沿着艰辛的道路走下去，我们才能获得两极间的平衡。如果脱离了平衡，我们会受自动化思维的任意摆布，默认脱离“不舒服地带”。

只有从这些想法中脱离出来，理性地判断他们是否反映了事实，才能获得“平衡”。答案不在某一极上，而在两极的对称点上，即元认知空间。

■总结：自我对称的人格

本章节很大的篇幅都在处理意识空间的情绪部分。正如我们之前所讨论的，认知心理学中，存在着通过影响思维来改变情绪状态的有效手段。在本书的前几章，元认知的作用是影响我们的思维过程，而思维过程反过来直接影响情绪结果（见图3-6）。



图 3-6

本章的讨论把我们引向了旅途中的另一个里程碑，自我对称能使人们成功地适应每天出现的、来自于外部或内部的阻碍。

具有自我对称人格的人，能够从消极、错误的信息中脱离出来。然

而，自我对称并不意味着“冷血”，没有感情，相反，它意味着对影响人们适应力的消极方面的有效控制。

本章小结

在本章中，我们讨论了反馈回路、实用主义的适应、大脑的适应能力以及人格变化的实质。下面是第3章的主要内容：

·反馈回路包括联系紧密的四个阶段：事实、联系、结果和行动。

·我们依靠反馈回路来解决大大小小的问题。

·实用主义适应指的是对挑战、威胁和大脑所创造世界的需要的适应。反馈是实用主义适应的关键。

·实用主义适应，使我们能在由文化进化的力量所改造的快节奏世界中成功生存。

·关于大脑可塑性的研究表明，大脑比我们原先预想的更加灵活。

·大脑可塑性不仅仅是神经化学水平上的，也是人格水平上的，这种说法在20年前难以置信。

·人格改变与其他外部社会经济和人口学变量相比，更能影响幸福感。

·了解应变稳态和自稳态，对弄清大脑的适应性能力来说至关重要。

·思维错误（常常是从无意识中渗透的错误信息的产物），能够使反馈回路发生偏移，阻碍我们的适应性能力。

·我们到达了旅途中的另一个里程碑——自我对称型人格。

第4章　寻迹叙述性线索：剧本化和突显的力量

“我们对自己进行叙述，并且那是我们可探寻的线索。那些人格分裂的人，正是失掉线索的人。”

——保罗·奥斯特

现在让我们一起回顾一下之前走过的路。我们曾把反馈回路比喻成“适应性大脑的发动机”，并且对一个反馈回路的四个阶段——事实、联系、结果和行动进行了密切的观察，还讨论了这些阶段在认知中的应用意义。

接着，我们讨论了反馈在实用主义适应中扮演的角色。反馈在文化进化中扮演着中流砥柱的角色，使人类经受住了文化进化的风云变幻。所谓文化进化，其实是大脑的产物。而大脑则是千百年来生物进化的产物。相较于文化进化，生物进化的速度十分缓慢。而为了成功地适应文化进化的需求，我们必须掌握反馈的能力。

后来，我们同样地花费一些篇幅去讨论由适应性大脑创造的奇迹，特别是改变人格因素的能力。尽管几十年前，这听起来如同痴人说梦。但是，现在人们确定人格改变对于幸福感来说至关重要，远远超过了一般的外部因素，比如婚姻状况、就业和居住地。

再后来，在对认知的早期探索中，我们提到了“元认知觉察”，元认知觉察的水平越高，人们对思想和行为的影响力越大。说得更为透彻点，高水平的元认知觉察为我们提供了影响大脑反馈回路群的绝佳机会。

在这里，我们必须明白一点，元认知绝不仅仅是一个理论概念，它

更是一个神经实体（大脑的一个物理维度）。我们的元认知能力之所以不同于其他物种的自我意识能力，是因为我们可以仿佛灵魂出窍般，从当前的情境中心智分离，审视自身的思维。像黑猩猩或是大象之类的其他动物只能够通过追踪镜中的动作发现自身，它们发现在玻璃上指指点点，拍拍打打的手不是别的生物的，正是自己的。但是，它们永远也不能从当前的情境中脱离，通过反思自我识别的过程来审视思维。就目前我们所知道的而言，高水平的分离是人类独有的，它使我们拥有了贵为“万物之灵”的能力。

我们将元认知觉察比喻成一名优秀的记者，因为成为一名优秀的记者所具备的条件正是元认知实践的关键：行动迅速；来源可靠；提问准确；持续追踪；报道真实。

我们还探索了心声作为元认知觉察的内部言语晴雨表在行为上起到的作用。关键是，心声是否是由元认知的黑匣子发出的，或者如果它缺少元认知，它是否是由本能的、未受约束的情绪发出。我们将经过训练和未经训练的心声进行比较后发现，训练之后的心声将引领我们走向更加美好的生活。

回顾来时的路，感慨良多，接下来我们将要讨论，所有的这些如何引导我们寻找将它们都连贯起来的线索，也是我们旅途的下一站——有意识自我叙述。

让我们回顾一下第一章的综合图（见图4-1）。在你继续前进前，需要回想一下之前学习到的。这是中途的回顾，在第一部分的最后——第五章，我们对所有的内容进行综合梳理。

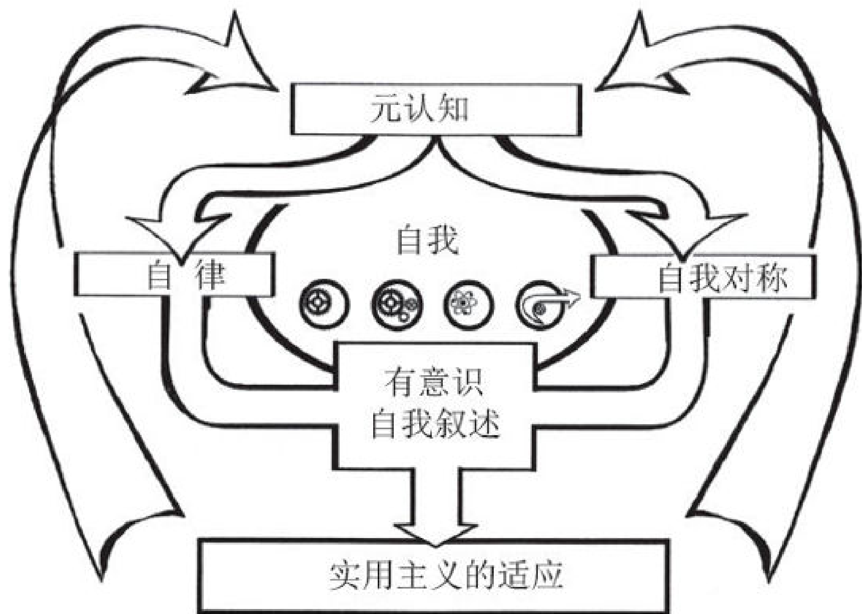


图　4-1

■寻迹叙述性线索

哲学家、心理学家、小说家都使用过“叙述性线索”这个词，事实上它们描述的实质是一样的，在成长过程中，我们以一种很相似的方式将多个“自我”整合为一体。使用“我们”而不是“我”是有深意的。因为有越来越多的研究表明，“我”或者自我身份，实际上并不是一个独立作用的整体，而是一个由相互作用的自我身份结合而成的混合物。这种相互影响有时不太稳定，有时又能够同步。重点是，其中那个统一的“我”是大脑为我们自己量身定做的身份。

为什么从适应的角度讲，这个身份如此重要？因为如果没有一个统一的自我叙述（哲学家丹尼尔·丹尼特称为“叙事的中心”[1]），当我们处理当前情境或挑战时，我们将缺乏一个可为我们提供庇护的内部核心机

制。你可能认为这个像棒球比赛中的跑垒员，在跑向目标前不断地“触垒”，而这个目标是最初的进化目的——趋利避害。尽管我们在某些特定情况下会展示出一个稍显不同的“自我”（比如说，你在办公室中表现的“自我”和在一个聚会上表现的“自我”），我们的大脑确保我们总是在“触垒”来不断获得能使我们人格整合的叙述中心。

我们能够通过研究精神分裂患者来分析适应机制有多么重要，精神分裂患者的大脑不能将叙述性线索放在一起，重新获得一种自我的统一感。而这种能力对于普通人来说却很稀松平常。对于他们来说，“线索”零散地分布于四面八方，没有一个核心的控制点可以将它们聚合成整体的自我身份。

你可能会问，那么我们仅仅是多重“自我”的混合体吗？或者说是一个“自我”以不同的方式与周围环境进行互动？答案真的就是如此。目前认知科学发现的最有力的证据显示，我们并不是仅仅一个“自我”（我们是多个“自我”混合体）。然而，大脑出于适应的目的，产生了一种自我的统一感，因为这是保证人类在这个世界上生存和繁衍下去的最好办法。还有就是，我们每个人都有一个正常运转的大脑，保证我们在生活中利用叙述性线索将自我中心化，以及防止我们自我迷失，误将自己归于其他试图混淆视听的“自我”之列。

■内化叙述性脚本

“脚本”这个词通常指的是演员们在上台演出之前所参考的书面材料。与我们在加工日常事件时有意识参照的内部脚本相比，我们将某些对象简单地称为“外部剧情设定”不失为一个比较恰当的比喻。

我们所说的外部剧情往往由外部影响力的来源设定——我们的老

板、朋友、父母、政府以及教会等。我们每天都处于各种各样设定的剧情之中，除此之外，出于纷繁复杂的目的，我们同时内化了由多个来源提供的脚本。举例来说，为了保住饭碗，我们内化了老板所设定的剧情；因为我们在意朋友的看法，不想在朋友圈失去立足之地，我们内化了朋友们设定的剧情；为了从信仰中获得神秘的力量，我们也内化了教会设定的剧情。

外部剧情设定决定了我们每天所参照的脚本，其既受到外部影响力（其中的绝大多数我们已内化于心）的影响，还受到遗传特性的影响。例如，老板所设定的剧情要求我们在与同事和客人交流时，更加积极主动，但是遵循这样的剧情的前提是，它要与我们害羞的遗传特性相融合。两者谁会胜出呢？是共赢还是满盘皆输？我们没有采用任何“赢”的剧本，而是从实用角度出发，适应了当前情境的需要，改变了我们的遗传剧本风格（心理学家称之为“自然风格”）。[2]当然，如果我们没能完成实用主义的适应，很可能就无法完成摆在眼前的任务。

说到这，可能你会认为外部剧情设定之所以是一个很重要的“可变部分”，是因为它自动地改变我们处理生活际遇的方式，然而，事实上，大部分时间它并没有那么自动化。我们的老板希望我们变得更加的积极主动，并不意味着我们一定会出于实用的目的去满足他们的需求。我们可能会，也可能不会。相反，在这种情况下，实用性适应的真正意义是意识到这份工作不适合我们。听起来或许有些极端，但是回想一下，觉得又合情合理。多少次，我们硬逼着自己投入设定的情境，结果却是徒劳无功。试想一下，一个人推崇公平率真的交易，但是他却为一个只做表面功夫的机构工作。如果我们一而再再而三地迫使自己适应那些情境，最终我们会崩溃。除了会造成不可挽回的心理创伤，我们也保不住那份工作。

当外部脚本与我们的自然风格相互排斥时，同样的困境还会出现。我们试图去内化外部脚本，但是投入的过程不是痛苦异常，就是烦闷无聊。

不过，大多数人还是挣扎着去扮演脚本中的角色，有的长达数年。我们这样做究竟为什么？有人可能会说，我们必须保住那份令人苦恼的工作，因为要养家糊口。但是当你在工作中耗尽心力，疲惫不堪地回到家里时，你还有什么可以给你的家人呢？他们真的受益了吗？这样的例子不胜枚举，其实质是一样的。有时，实用主义的适应并不意味着找寻一种将外部脚本与我们的自然风格相融合的方式；有时它意味着要找到一个更加符合我们自身的，与先前完全不同的角色。正是如此，辨别外部脚本才非常重要，清醒地看待它们有助于形成最优的决策。如何看待一个剧本（好或坏）让我们明白，如果想要更加充实地生活，适应的方式至关重要。

■叙述突显

在神经科学中，“突显”这个词指的是与其他对象截然不同的对象，能够吸引注意并保持关注。[3]突显在自我叙述中起到了不可或缺的作用，因为它充当着使我们中心化的认知磁石。

例如，你刚到一个陌生的城市，渐渐熟悉了城市的街道，认清了主要的地标，结识了周围的邻居。在这个崭新的环境中，你会变成一个“崭新的你”吗？或者换个问题，在一个陌生的城市，一切事物对于你来说都是陌生的（与你之前生活的城市完全不一样），你会做出改变来适应新的一切吗？

毫无疑问，答案是否定的。相反，你会将这份陌生整合进你已有的

自我叙述中。是什么使你能够完成这一切却没有迷失自我（心理上的迷失，而非迷路）？答案是进化。你的大脑已经识别这个陌生地方突显的一面，并将它们融入已有的神经网络中。换句话说，你的自我叙述借助强大的进化力量得到修正，同时，没有扰乱它原本的线索。[4]

自我叙述总是在变化，这种变化或是小到不易察觉，或是大到令人瞠目结舌。叙述从来不是静态的，正如我们在之前的章节所讨论的，大脑从来不是一成不变的，人格也从来不是生而定型的。尽管并非时时都能体验到变化，但是我们永远处于变化之中。并且这是件好事，没有必要害怕。

■重回反馈

在第一章中，我们讨论了作为适应性大脑发动机的反馈回路，在这里，我们可以举一反三，以同样的方式去了解自我叙述和突显的作用。

你可以想象一下大脑中正在进行的反馈回路的加工过程（每天，你清醒的时候都在运转），那么你就对自我叙述有了一个大致的模型。我们对同样的动力系统采用了不同的语义表达。为什么要这么做？简单来说就是，仅仅用大脑的反馈回路这种说法有些落入机械论的范畴，不足以形容一个具有如此多维度的对象，其中会忽略许多细微差别。但是，无论我们使用什么样的理论框架，关键词都是“适应”。

请注意，利用元认知来影响大脑反馈回路的目的是增强对各种挑战、阻碍以及目标的适应性反应。

还要注意，自我叙述是一个整合了外部性设定和突显的不断变化的过程，同时也是适应的过程。现在的内容与之前有些重复，但是也为我

们的主题提供了更加丰富的观察视角。

无论我们使用反馈回路这个术语，还是自我叙述这个术语，我们都到达了物理学家称为“主向量”的地方。

■总结：有意识自我叙述

这是我们探索之旅途中的一座丰碑，它之所以能在探索中留下标志是因为它集之前的发现于一身。

当我们有效地利用元认知去影响反馈回路时，我们有意识地影响了自我叙述（见图4-2），并且我们培养了实用性适应的更强大的能力。我们不能控制偶然事件的发生，但是我们可以利用适应的力量使能力发挥最大效能。在某种程度上，我们积极地书写着自己的故事，朝着理想化的结局，而不是任由世事发展，无动于衷。

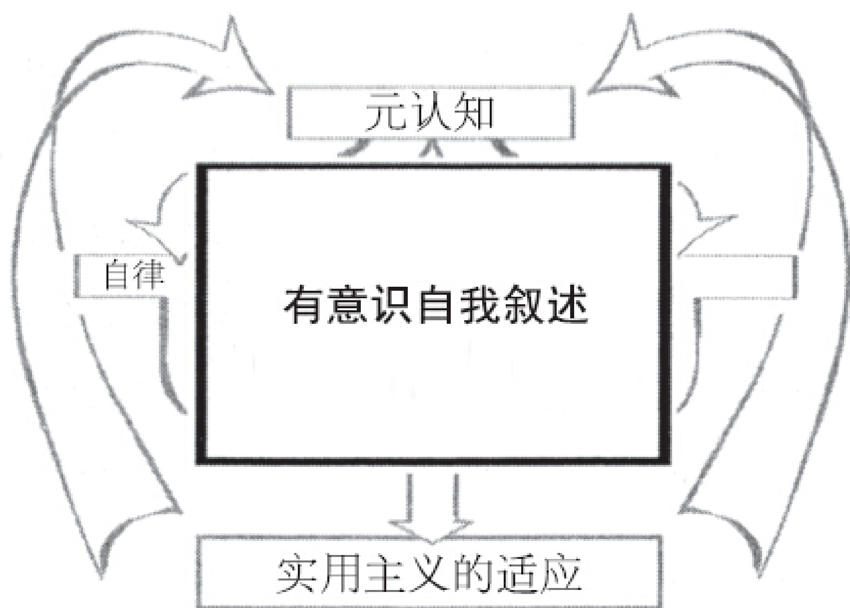


图 4-2

本章小结

第4章的主要内容：

·哲学家、心理学家以及小说家都使用过的“叙述性线索”，实际上描述的是同一事物，在我们的生命历程中，如何将多个“自我”以一种极其相似的方式整合在一起。

·我们体验自身的时候都是作为一个“我”，而不是“我们”，这充分说明叙述性线索的必要性。因为感受“我”是出于本能，以至于我们很少觉察到这一事实。

·在生活中，既有内部叙述性脚本，也有外部叙述性脚本。它们在很大程度上影响着我们。很多时候，我们遵循着脚本的要求，却不自知。

·突显在自我叙述中起到不可或缺的作用，因为它充当着保持我们中心化的认知磁石。

·叙述从来不是静态的，我们的大脑从来不是一成不变的。人格也从来不是生而定型的。尽管并非时时都能体验到变化，但是我们永远都处在变化之中。

·这一部分是探险之旅途中的一座丰碑——有意识自我叙述。

第5章　精神世界：循环相连

如果个体的大脑时常由于新颖的想法或新的感觉得到扩展，那么它绝不会缩减回原先的维度。

——奥利弗·温德尔·霍姆斯

我们对第一部分进行一下总结，现在是时候俯瞰心理空间的地图（见图5-1）了，追寻我们曾经的足迹。为了避免重复，下面我们采取一种稍有不同的方式，聆听一段记者和探索者之间的对话。

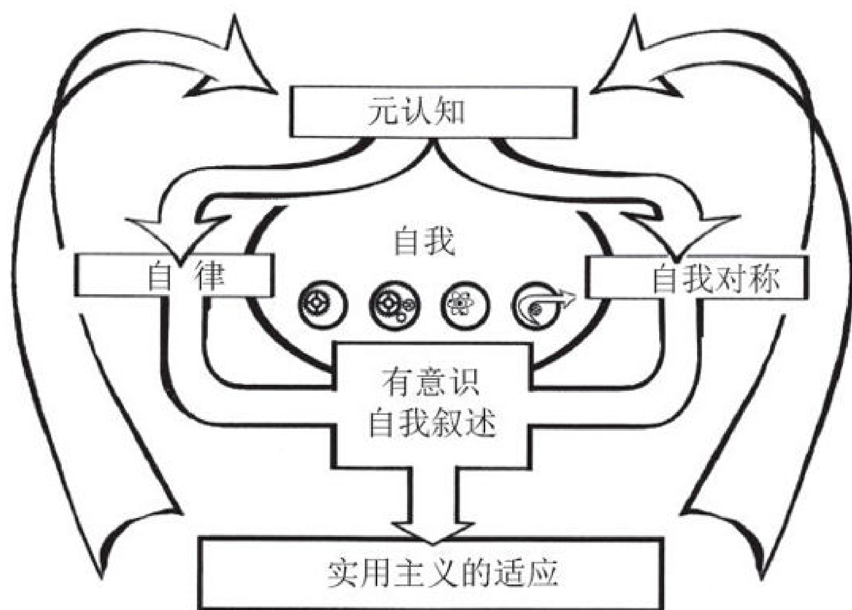


图　5-1

记者：请告诉我们这次探索之旅的起点。

探索者：我们从图的顶端，也就是元认知开始，字面上的意思就是“对思维的思考”。

记者：这是不是哲学家阿尔贝·加缪所描述的“智者就是时刻观察自身精神世界的人”？[1]

探索者：可以这么说。但是，我认为在这种情况下，我们可以把“智者”这个词换成“一个优秀的思考者”，因为它更接近我们的主题。理解了元认知表明开始成为一个优秀的思考者。

记者：请解释得详细些。我认为大家都是“思考者”，如何才能成为一个“更加优秀的思考者”？你是指变得更聪明吗？

探索者：你刚刚用了“更聪明”这个词，但是对于我们所讨论的太狭隘了。当我说我们想要成为更加优秀的思考者的时候，我指的是，当我们试图完成一些有价值的事时，我们想要更好地利用大脑来解决这个过程中产生的问题、挑战或者阻碍。

记者：什么事情才是值得做的呢？

探索者：例如让生活更加丰富多彩。

记者：你是说，充分地利用元认知意味着提高我们的思维，过上更加有意义的生活？

探索者：非常正确，我就是这个意思。但是，过程并非像一个总结性的话语那么简单。

记者：比如？

探索者：我们的大脑像一个模块化的加工系统那样运转，可以把这个系统想象成由一个庞大的反馈回路群带动。向系统中输入信息（也可称为“事实”）并评估它的相关性。如果相关，下一个评估就要根据这条信息确定行动或不行动的结果。如果做出行动的决定，行动就发生了。

记者：然后呢？

探索者：行为的后果作为新的事件回到反馈回路中，如此反复。

记者：有意思，但是这与元认知是怎么联系起来的呢？

探索者：问得好！元认知是影响反馈回路最有效的内部手段。换句话说，我们的大脑具备了从心理上与思维上分离的能力，那样的能力确保我们在反馈回路的加工上能施加一定的影响。

记者：你是说我们可以利用元认知完全地控制大脑？

探索者：这是一种很普通的错误观点，有时也称为“内省错觉”。我的意思是我们能够利用元认知在思维上施加更多的有意控制。这个区别很重要，因为大脑的大部分加工不是在所谓的“意识空间”中发生的，而是发生在一个巨大的无意识空间中。

记者：为什么？如果能控制在无意识中发生的事，听起来似乎会很有用。

探索者：假想一下，你关闭了控制人体活动的无意识加工模块，转而采用有意识推理控制。你将不得不花费精力去控制你所有的肌肉活动，包括对身体所有神经信号的反应，保持心脏跳动、肺部呼吸以及消化系统正常工作。你不得不通过思考完成这一切。

记者：难以想象。

探索者：这就是为什么我们采用无意识控制的原因。这只是冰山一角。无意识的信息加工速度可是11000000次/秒。

记者：那意识空间呢？在那我们可以做什么？

探索者：有意识加工信息的速度最快可以达到40次/秒。这跟无意识相比真的是沧海一粟，但就对反馈回路施加影响而言，绰绰有余。但是，我们不能期望随心所欲地控制无意识。进化并没有使我们具备这种能力。

记者：能不能举个有意识的例子。

探索者：我们想要增强元认知觉察的主要原因是加快意识空间的信息流通速度，并且当信息处于意识空间时，能够对它加强控制。

举例来说，有段时间，你内心备受煎熬，想要找出你不断怀疑自己的原因。你可能把这种情况称为自我意象问题，而它对我们树立或是完成新的目标造成了很大的阻碍。每天，自我怀疑的想法不断地在意识空间中涌现，同时，你总是以一种情绪的方式对之进行反应。你自我感觉很糟，并且，由于感觉很糟，你对任何有价值的事都提不起兴趣，更加加重你的自我怀疑，如此周而复始，陷入恶性循环的怪圈。

你压根没有意识到，你的大脑陷入了一个消极思维的反馈回路中。你之所以没有意识到，是因为你身在问题之中。你真正需要的是，从问题中抽身出来，以理性的视角去审视消极思维反馈回路。只有以这样的立场，你才能够有意识地评估接下来会怎样，而不是不停地反刍所有消极的想法。此时，你化身为一个睿智的分析者，正确地判断接下来该怎样做才能扭转反馈回路。

记者：真有趣，但是那听起来还是有点机械论，不是吗？

探索者：从某种意义上说，它的确是机械化的，因为大脑和身体从某些方面来说是会说话的有机机器。但是这只是个有助于理解我们自身的比喻，它不是一个具体、绝对的定义。另一个比喻是“自我叙述”，简

单地解释一下这个过程，就是你自己有意地去改写在你心里正在上演的自我怀疑的“脚本”。但是，“自我叙述”这个比喻没有元认知来得重要，因为元认知不是一个虚拟的、理论的概念，它是一个神经事实。

记者：你的意思是它能够让我们过上想要的生活？

探索者：没错，那也是实用主义适应的本质。人类的大脑是自然界中不可估量的适应奇迹，它们利用类似于元认知等手段来增加适应性能力。每天，我们都本着实用主义的目的去适应世界（社会、文化），并且，我们发现，在摸索的过程中，我们能够借助大脑巨大的适应力量来改造生活。

记者：那么如果沿着这条探索之路走下去，可能会出现什么样的里程碑？有没有什么值得一提的高峰？

探索者：我们惊奇地发现，当我们试图掌握如何利用元认知来控制大脑的适应力时，你刚才所说的“里程碑”就出现了。人们将会体验到三种很重要的影响，更加自律、更加自我对称、更加有效的自我叙述。

记者：能不能详细地解释一下这三种影响。

探索者：自律，指的是人们自我意识将达到一个更高的水平。有研究表明，自律能够带来诸多益处，像是高度的创造力、强大的应用能力以及解决问题时的应变力。

自我对称，指的是人们能够从阻碍他们达成目标的想法或感受中分离出来。

有意识的自我叙述，指的是人们将会变成“脚本”的评论者、编著者，在他们自身的叙述中施加更多的有意控制。

记者：然后呢？

探索者：他们会成为更加合格的适应者，并且实用主义适应的结果会加强这一过程。正如那句老话所说，“成功孕育成功”。或者更加准确地说，是“适应造就成功”。

记者：很棒的谚语，用在这里非常合适。最后一个问题，接下来你们要做什么？

探索者：这是最简单的问题了，你刚才已经替我们回答了，我们要去“做”。

第二部分　做

第6章　想法箱：30种改善思维的工具

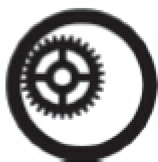
实践出真知。如果不付诸实践，愿望永远只是愿望，我们必须去做。

——约翰·沃尔夫冈·冯·歌德

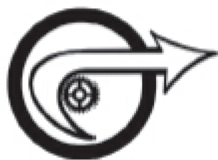
在本书的这一章节，我们从理论走向实践。显然，30个工具对于改变我们的思维是远远不够的，但是，这是个很好的开始，可以起到抛砖引玉的效果。我希望这里出现的工具能够对思维方式的改变开一个好头。

我将本章中出现的工具分为四大类：

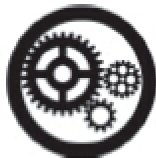
个人——处理我们的内部世界、个体心理空间问题的工具。



外部——处理内心世界与外部世界的冲突的工具。



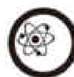
联系——处理人际关系，我们的思想如何影响他人，又如何被他人影响。



生物化学——这类工具催化引起思维和行为改变的生物化学变化。



对每类工具进行描述之后，会形成一个浓缩了其中精华的大脑改变法则（brain-Changer principle，BCP）。（这是我总结的，我也希望你能从中获得新的体会。）

				
	应用			
工具	个人	外部	联系	生物化学
1. 使用意识楔	√		√	
2. 使用习惯改变的黄金法则来转变你的行为	√			√
3. 用信念对目标进行严格审查	√	√		
4. 嚼口香糖	√			√
5. 为你自己写讣告	√			
6. 有目标不过度	√	√		
7. 了解情绪体验的反馈回路	√	√		
8. 同步的有意识和无意识动机	√		√	
9. 寻求心灵上的整合	√			
10. 加强周期性的静心活动				
11. 挑战你的判断式启发法				
12. 补充葡萄糖，增强自制力	√			√
13. 学会停止想法	√	√		

	应用			
工具	个人	外部	联系	生物化学
14. 即兴的大脑共振	√	√	√	
15. 总在做事中	√	√		
16. 睡眠充分，防止大脑过热	√			√
17. 支持自我	√		√	
18. 保持韧性	√	√	√	
19. 对失败进行评估	√			
20. 时刻关注你的化学阈值，特别是酒精	√	√	√	
21. 研究热爱自己事业的人	√			
22. 提高你的想象力	√			
23. 增大文化投入				
24. 开始阅读挑战性书籍，观看挑战性电影				
25. 思考你的成就以及对他人的影响	√	√	√	
26. 了解自我管理的要素来提高表现	√	√		√
27. 用身体管理心智	√			√
28. 向元认知先锋学习	√	√		
29. 将自己置于可怕的失去体验中	√			
30. 总览心智的 12 种表征	√	√		

1.使用意识楔

人类通过改变内在的心态，来改变他们生活的方方面面。

——威廉·詹姆斯

在我们所掌握的最基本的元认知工具中，其中一个是在进行下一个动作序列之前“暂停”的能力。这种能力已经以多种方式在各种心理学文献中得到描述。《心灵骇客》的作者罗恩和马蒂·黑尔·埃文斯将这种能力称为“语义暂停/语义停顿”，并且根据持续时间和深度对其进行了划分。他们使用“策略性暂停”来描述一个“低水平”的即时停止，而“沉思性暂停”来描述一个“高层次”的脱离，这种脱离使得个体可以在行动之前更深入地进行思考。这种能力有时也被称为“认知暂停”，这主要是为了强调我们在自己的意识空间中使用这种能力这一事实。这是一种对立型思维，可以产生闪烁的红色认知停止信号以阻止我们进行下一步。[1]

但是，据说意识楔总是未被充分地使用。如果将其广泛应用，它既能预防产生破坏性结果的行为，又能促进产生建设性结果的行为。用黑尔·埃文斯的话来说，“它使意识进入一个特殊状态，要么将我们唤醒，要么让我们平静下来澄清事实”。例如，当你在与一个同事讨论一个有争议的话题时，你会发现，随着各自努力阐述自己观点的时候，气氛逐渐紧张了起来。此时，策略性暂停可以给你一点小小的时间去思考，你接下来将要说出的话会是做出建设性的贡献还是仅仅火上浇油。在你连珠炮似的说出下面的话之前，插入一个即时的意识楔，可以防止不必要的情绪爆发及其不可避免的沉重后果。

较长持续时间的意识楔，是你在高阶决策（例如买汽车或房子、结婚或者换一份新工作）中思考接下来的思维行动时需要进行自省的。我

们通常认为自己在重大决定前，已经做到了这一点，因为它消耗了我们很多的心理能量。但是需要注意的是，大量的心理能量和在特定决策上定向的慎重聚焦的能量之间有着显著的不同。对一些事情仅仅花费很多时间思考并不能保证我们所有的痛苦加工会产生最好的结果。而使用意识楔并不意味着我们停止思考，而是重新审查我们对于当前情况是如何思考的，进而调整我们的心理能量。这也许会使得我们将决策细分为更小的部分，思考去处理每一部分，进而实现整体。或者意味着我们会重新考虑最初的动机，正是它驱使着我们追求一直以来认为是理所当然正确的结果。

如果我们发现很难质疑自己的动机，就更加需要练习使用短期或长期的意识楔。一次勇敢的谦让，需要我们停下来重新考虑是否“赢得”争论是最好的结果。同样需要的是面对停下来并且质疑自己当初做出重大决策的原因时产生的逆境（伴随有恐惧和焦虑）的意愿。不过，这样做不管是从短期还是长期来看都关系重大。

改变大脑的法则（BCP）：即使在强烈的压力下，我们也有短时间或长时间暂停思维能力，它是我们在采取下一步行动之前重新进行评估的一个宝贵的机会，这个看似基本的能力影响意义非常深远。

2.使用习惯改变的黄金法则来转变你的行为

成功就是从一个又一个失败走来，而不失热情的能力。

——温斯顿·丘吉尔

我们反复地重复一个行为，直到它不再引起意识的注意，这时候我们就可以认为它成为了一种“习惯”，因此，也可以认为习惯是一个反馈

回路。正如查尔斯·杜希格《习惯的力量》一书中所描述的那样，习惯反馈回路由三部分组成，引发行为的线索、行为产生的程序以及我们从行为中所得到的好处。[2]

例如，你可以这样拆分吸烟的习惯，线索是紧张，程序是点燃一根香烟，好处是神经兴奋（因为尼古丁实际上是一种兴奋剂）进而消除紧张。而喜欢吃甜食的习惯可以拆分成，线索是焦虑，程序是吃一个甜甜圈，好处是通过进入血液的葡萄糖暂时抑制焦虑。

习惯改变的“黄金规则”（由杜希格提出并且进行了多年的研究验证）认为，要改变一个习惯，你必须聚焦于程序，而不是线索或者好处。以吸烟为例，你并不能消除紧张（线索），也不能通过消除神经兴奋的欲望来减轻紧张（好处）。反馈回路中你可以改变的部分只有程序。用喝咖啡新程序来代替吸烟的旧程序也可以提供相同的好处——神经兴奋。（当我们谈论类似吸烟的化学程序时事情会变得很复杂，因为尼古丁会使人在身体和心理上成瘾，重要的是要记住在一个新的程序在替代旧的程序之前需要反复地施行黄金规则，而且，对于不同的个体，它所花费时间段也是因人而异的。）

那么对于与化学物无关的习惯呢，像在一天紧张的工作后躺在沙发上看好几个小时电视之类的？在这里，线索是紧张，程序是坐着看好几个小时电视，好处是精神紧张得到缓解。在这种情况下，我们的处理方式可以更加灵活，因为几种不同的程序都可以代替看电视，而且新的程序也许并不会完全取代旧的，但它足以改变原来的习惯，产生更好的结果。比如，散步一个小时，然后看一到两个小时的电视可以作为一个新的程序替代在沙发上坐好几个小时。

无论习惯是怎样的，关键在于我们可以把问题的核心——程序放进

心理意识空间并且改变它。首先选择一个你想要改变的习惯，然后一直努力下去直到成功。另外，要记住的是，那些你想要改变的根深蒂固的习惯，从一开始就带有无意识的行为，而且对于你、我或者其他任何人来说都很难去预测这一习惯的持续时间。这样想，你把起重机降到无意识中然后钩起一个在持续的反馈回路上运转很长时间的程序。调节你认为自己可以尽快改变程序的期望，但是不要放弃认为自己可以的希望。研究很清楚地显示，如果你一直坚持下去，你是可以的。

BCP：了解习惯的工作方式使我们有能力改变它们，这种改变需要以现实的、务实的方式进行而不是以不切实际的、虚假的方式。它将会使我们的大脑和生活产生真正的变化。

3.用信念对目标进行严格审查

如果一个人充满自信地朝着梦想前进，努力地去实现他想象的生活，他将会获得一个意想不到的成功。

——亨利·戴维·梭罗

对于能量来说，大脑既是贪婪者同时又是吝啬鬼。[3]说它是能量贪婪者，是因为它消耗了身体中循环的约20%的血糖；说它是吝啬鬼，是因为没有充分的原因它不会让身体消耗更多的能量。在这里，“充分的原因”被定义为一个带有适当成功机会的目标。大脑通过分配更多的精力去完成在我们面前的任务，有时候必须得“点击选择”。那些事情发生在我们的心理意识空间，它就是所谓的信念。

我们玩世不恭的文化使得信念变得像笑话一样，但是我们的大脑却一点也不觉得好笑。事实上，不管我们多么想贬低信念（或信仰者），

它仍然是我们所能使用的最有力的元认知工具之一，可是我们却不顾危险而忽视它。大批的研究证明了一个简单的事实，我们只有相信自己能够完成，才会分配资源来做这些事。

在《最强大脑》（Maximum Brainpower）一书中，什洛莫·布雷斯尼茨和科林斯·海明威提出信念的动力既可以为我们提供支持也可能给我们造成阻碍，因为不管希望还是绝望都只是信念的一种。绝望是我们在所处的形势不能改善时所产生的信念，而我们一旦接受这种信念，大脑就会将能量从改善当前境遇的行动上转移走（因为我们认为行动是徒劳的），使能量进入消极反刍的漩涡，助长了向下的螺旋。绝望会引起更大的绝望，这就是为什么在临床上它被公认为是最有可能导致自杀的心理状态。用信念来结束自己的生命，也许听起来很荒诞。[4]

希望是我们相信不管发生什么我们当前的境遇都可以并且一定会改善。而当我们完全接受这种信念，我们的大脑会调用大量的心理能量以确保能够得到希望的结果。用布雷斯尼茨和海明威的话来说，“希望和绝望都是自我实现的预言”。

所以当你回顾人生目标时，问问自己，你有多么坚信自己可以实现这些目标？我把这称为“严格的信念审查”，它是必要的，因为你不会骗自己。努力地使问题进入心理意识空间并且严密地进行观察。你所发现的是好的、坏的，还是丑陋的，最重要的是，对于每一个目标你都能在信念中找到空间。在这个过程中，你可以减少清单，确定哪些目标根本不值得完全的投入信念。

记住，这是一个审查（自我审查，诚然也只是一个审查），但是它却不一定是打发时间最愉快的方式。然而，如果你不认为自己对多大程度上真正相信自己会成功负责任，你就不能开发可用的所有系列的心理

资源。把你的大脑想象成一个投资者，你正在给它推销你的项目并希望注入大量的资源，但是要实现这一目标的唯一途径就是说服这个吝啬的投资者充分地承诺。你给这位投资者推销所在的平台刚好就是你的意识空间，而信念审查正是你如何准备以赢得投资。

BCP：信念对于大脑的改变来说非常重要，没有信念，你的大脑就不会提供实现你脑海中目标的资源。

4.嚼口香糖

小事情孕育大希望。

——约翰·伍登

当你排队为食物付钱的时候，你会相信你距离一个强有力的神经化学催化剂不过只是一只手臂长度的距离吗，而且它的成本甚至低于任何一片抗抑郁药？它正是奇妙的、美味的、让你口腔做运动的口香糖。似乎不可能成为认知科学研究对象的口香糖，原本具有的特性是瑞格理先生绝不会想到的。

研究发现，口香糖对记忆、警觉性、减少焦虑、抑制食欲、情绪和学习有帮助。人们也已经在显微镜下对口香糖的属性，例如它的味道、质地和密度等进行了细致地考察。

研究口香糖的预感，来自于嚼口香糖可以使更多的血液流向大脑，并可能进而引发其他重要的影响。例如，英国卡迪夫大学进行了一项研究，对口香糖的潜能进行横跨多个领域（学习、情绪、记忆和智力）的综合考察。该研究发现，口香糖咀嚼组在嚼口香糖时其警觉性和智力表现显著提高，而记忆没有表现出显著地改善。

另有研究发现，通过嚼口香糖似乎可以改善记忆的某些方面。特别是对于即时和延迟的单词回忆来说，改善效应非常明显，然而其他的效果却没有。2011年一项研究发现，在考试之前咀嚼口香糖可以提高成绩，但在整个测试中嚼口香糖却没有这一效果。原因可能是因为口香糖可以活跃大脑，一些口香糖研究人员称为“口香糖咀嚼引起的唤醒”。事实上，就向大脑输送更多血液而言，嚼大约20分钟口香糖等同于温和的运动。而在活跃大脑的阶段之后持续地嚼口香糖就需要过度的咀嚼工作了，而这样会燃烧过多的能量，抵消掉产生的益处。[5]

研究还发现口香糖是一种非常有效的焦虑克星，尽管其中的原因还不是很清楚。例如，一项2009的研究发现，在实验室条件下嚼口香糖导致降低皮质醇水平（皮质醇也经常被称为“压力荷尔蒙”）和减少整体的焦虑。[6]

这很可能是真实的，处方抗抑郁药有一个包裹在铝箔中的便宜得多的竞争对手在等待被咀嚼。在东京进行的一项研究表明，长时间嚼口香糖能激活大脑的一部分（前额叶皮层的腹侧部分），并引发一连串的效应，使得个体产生较少的抑郁情绪。事实上，总的来说口香糖似乎会引发“疼痛性反应”的抑制，行话大致可以译为“大脑中的疼痛”。[7]

的确，这些效应的原因仍然带有一点推测性，但大量的研究指出咀嚼口香糖的好处是不可忽视的。我们可能还不知道它为什么有益于大脑，但很少有事情比扔块口香糖在嘴里嚼一嚼更加简单、便宜和低风险了。

BCP：嚼口香糖是一种典型的改变大脑的工具，几乎所有的人都很容易获得并且去尝试。研究表明，在你能够做到的可以给大脑一个神经化学促进的所有事情中，它可能是最简单的。

5.为你自己写讣告

语言，对于人类来说，是最好的良药。

——拉迪亚德·吉卜林

自己给自己写讣告，猛一听上去，一定觉得这么做的人肯定受了什么刺激，但是这的确是种难以置信的、有助于明确自我的练习。事实上，它是“矛盾疗法”的形式之一，并且能够达到“一箭多雕”的效果。首先，它迫使你以一种旁观者的眼光去看待自身，因为你会自然而然地以讣告宣读者的身份来起草讣告，力求真实、无误。其次，在写的过程中，你会有意识地回忆起一些潜藏在记忆深处的片断，并将其置于意识空间中。再次，讣告对于你来说，是生命中最后一份关于“你是谁”的记录性总结，正如那种老话“人之将死，其言也善”，此时的你会表现出最大限度的诚实。

同时，自写讣告也挑战着你的自我叙述（这可能是最重要的目标）。正如本书第一部分讨论的那样，自我叙述是将所有的人格要素串联在一起的线索，也是你之所以会说“我”而不是“我们”的原因。我们的大脑发展出这种能力有着充分的理由，即人们无法有意识地去接受自我中相互矛盾的方面。如果被迫接受的话，可能会面临心理崩溃或控制感丧失的局面。当你撰写讣告时，你会不由自主地思考：“我在别人眼中是什么样的人”，“我自认为是什么样的人”，“我想要成为什么样的人”。

最终，这个讣告将使你成为人生最后一场考试的监考官（一场所有人都要经历的考试）。尽管详细地讨论死亡并不好，但是接受死亡是正确看待生命中所有事情的一种基础体验。当你重新回顾你的生活时，现在看起来不能承受的事可能就没那么重要了，并且，现在的某个方面可

能会吸引你更多的注意。

开始的时候，可以定下一个字数目标，就500字吧。首先，要仔细想想你希望别人知道的你，是一个什么样的人。但是，不要像王婆卖瓜，自卖自夸，你不能有技巧地隐藏自己的缺点。接着，以一种你喜欢的方式描述自己，但是一定要全面。即使你结了四次婚，抑或是坐过牢，但是，那也是你经历的一部分，要如实写下来。你可以写很多个版本的讣告，从中挑选一个最真实简练的自我叙述。然后，把它放在一边，之后的每个月，都拿出来修改一下，增添一些新的内容，生活在继续，你也在变化。你会对记录下的变化感到吃惊。说的更准确点，是惊讶于自我观点的变化。

BCP：“万事开头难”，刚开始写讣告时，内心可能会备受煎熬，但当你投入之后，你会意识到，自此之后，你的视野发生了翻天覆地的变化。

6.有目标，不过度

凡事都存在联系，单独做某件事，反而做不成事。

——查尔斯·狄更斯

信不信由你，很多时候，人们总是走得太远，而忘了当时出发的目的。动机确实是成功的必要条件，但是，并非动机越强，成功的几率越大。一项名为“金钱窒息”的研究证实了这一规律。在这个研究中，研究者对在“吃豆人”游戏中表现良好的参与者给予金钱奖励，并且通过不同数额的奖金引发参与者多种的动机水平。按照原先的假设，最高数额的奖金，引起的动机越强，成功的几率越大。然而，结果令人大跌眼镜，

想要获得最高数额奖金的参与者大多都失败了。[8]

在参与者玩游戏时，研究者通过功能性核磁共振对参与者的大脑进行观测，结果发现，想要获得最高奖金的参与者，其大脑奖励中心（与寻求奖励相关的大脑脑区的总称，比如钱或者其他类似的物质奖励）的活动水平达到峰值。同时，他们的错误率也是最高的。在这些高风险参与者的大脑中究竟发生了什么，引起了这种古怪的反应？

后来人们发现，奖金的诱惑使得多巴胺（关于奖励的神经递质）像洪水般席卷了整个奖励中心。就像克里斯·伯蒂克在书《大脑密码》中解释的那样，多巴胺意味着“动机显著性”（由美国密歇根大学生物心理学家肯特·贝里奇提出），它将一个纯粹的奖励预期转化为获得它的动力。所有人都需要借助多巴胺才能将“想”变为实际的行动，但是大脑的奖励中心会因如洪水猛兽般的多巴胺阻隔了正常的评估和控制能力而变得不堪重负。这就是发生在想要获得最高奖励的游戏参与者脑中的情景。他们是所有参与者中犯错最多的（也是钱损失最多的，这与他们的愿望背道而驰）。

用贝迪克的话来说就是“有目标的人才能成功，但过度狂热的人，往往以失败收场。”[9]

尽管解决起来相当困难，但是有研究表明我们确实具备在多巴胺淹没奖励中心、使扭转局面变得更加困难之前，将其关闭的能力。不过，这是一个关于意识的挑战，因为从某些程度上来说，大部分的动机是无意识的。也就是说，人们其实并非清楚地知道自己为什么要去完成一个目标。然而，好消息是，我们能够通过思考奖励反馈回路的要素，对目标进行一定程度的控制。就像了解如何给汽车加满油一样，当我们了解反馈回路的工作条件时，我们避免目标设定过高的几率就大大提升了。

并且其中至关重要的一个条件就是，我们能够感知和预期达成目标的好处。在许多情况下，预期与实际的好处并不成正比（尽管乍一看，“实际”的好处并不明朗）。我们怎么知道我们预期的奖励是否与实际的奖励相符？我们不能肯定，但是有意识降低期望将会降低回路运转的速度。如果我们打消100%预测奖励好处的念头，一切会更好。

BCP：动机对于成功来说是必要的，但是过度狂热，就有违初衷。我们要弄清楚这两者之间的阈值在哪里，避免跨过界线。一点药剂量可以消除病痛，但是并不意味着双倍的分量就会产生双倍的效果，过犹则不及。

7.了解情绪体验的反馈回路

所有令人感到积极向上的情绪都是纯粹的。那些复杂的情绪只会抓住你生活的一部分，让你心态扭曲。

——赖内·马利亚·里尔克

我们可以使用一个反馈回路来追寻人们的情绪反应体验，就像我们在本书中讨论过的其他动力系统那样。不过，相较于其他动力系统来说，情绪体验是一个相当复杂的反馈回路。

第一个要素就是背景感受——情绪基调。心理学家大卫·沃特森和李·安娜·克拉克把它称作情感流。[10]情感流既可以是积极的，也可以是消极的，还可以是中性的。你可能一大清早起床就感觉很糟，但又说不出所以然来（俗称的“起床气”）。或者你可能发现自己对一些新经历没来由地感到特别兴奋。这两个都是情感流设定了我们日常情绪背景的例子。

情感流引起了另一种水平的情绪强度——心境状态。心境比情感流

更加强烈，且会持续几个小时、几天甚至更长时间。一个人的心境会影响到他周围的人。如果你某段时间很焦虑，其他人一旦感受到你此时的心境状态，就会对你避而远之，因为你正在使他们焦虑（一种得到广泛研究的心理学现象，“情绪感染”效应）。抑或，如果你一直都很乐观，那么周围的人就会被你吸引，因为你的自信点燃了他们的激情。

心境状态将会引起最强烈的情绪体验水平——一种情绪的开端。情绪和“情绪体验”并不是一回事，情绪是一种因对诱发物做出反应而产生的一种具体的、短暂的活动。诱发物既可以来自外部世界，也可以来自内心深处（比如回忆起以前的创伤事件）。对外，情绪会产生一系列的身体表情和面部表情，对内，会产生一种主观体验，这种体验将决定我们下一步的“行为倾向”。

行为倾向指的是激进、绝望、防御、愉快、原谅或恐惧等具体的反应。情绪的强度指的是你在情绪上投入了多少注意，并且当情绪足够强烈时，你可能受其摆布。正如谢利·卡森博士在《你的创造性大脑》中写的那样，一种由完全受到情绪影响的控制叫做“情绪绑架”，如果人们处于“情绪绑架”状态，可能会产生愤怒、恐慌和极度的绝望，这将会导致暴力行为、神经崩溃和自杀行为。在这个节骨眼上，行为倾向俨然变成了“行为命令”，并且一旦发生转变，我们对由情绪控制的行为束手无策。[11]

通过了解情绪反馈回路中的关键点，我们能够在到达行动命令阶段之前有效地采取有意识的控制手段。举例来说，在一种心境状态的开始阶段，我们可以插入一段空白时间，自我反思一下为什么我们会感到失落、高兴抑或其他。在这个阶段，一个消极诱发物可能把我们置于一个危险的情绪领地，也可能相反，我们如此地自信，得意地高举着红旗，向全世界昭告我们的胜利。重要的是，我们要做的并不是要去避免体验

强烈的情绪，而是要竭尽全力预测我们的情绪状态会往哪个方向发展。

要做到这点并不容易，已有的心理学文献中随处可见预测失败的例子。但是，不能无差错地预测，不代表我们放弃尽最大努力预测可能的结果，如果在心境阶段，我们能够调整我们的想法，更正情绪轨道，那么就能为防止不合时宜的消极或积极行为付诸实施。只要功夫下到位，我们就能够更好地控制情绪体验，并非减弱情绪的强度，而是调整情绪状态，使之能获得最优的结果。

BCP：情绪体验不是一个单独的加工过程，它是由一系列的反馈加工组成的连续的过程。弄清楚上一个加工是如何引起下面的加工，能够保证我们在正确的时间改变思维结果。

8.同步的有意识和无意识动机

对于人们来说，怀疑一切和全盘信任是同样轻松的事情，因为这两件事都不需要反思。

——亨利·庞加莱

同步的有意识和无意识动机是采取元认知控制来改善结果的重要部分。要达到这种目的，有几种方式，一种是心理学家兼行为经济学家丹·艾瑞里在《不诚实的诚实真相》这本书中提到的，艾瑞里运用“创造力的阴暗面”来阐释具有创造性的大脑，以一种服务我们自身的方式重新解释输入的信息。讽刺的是，正是这种能力促使人们想出新的点子，解决棘手的问题并且找到通向目标的“最初路径”。[12]

用艾瑞里的话来说，就是“把创造性的心智用在工作上，能够书写我们自己的故事，我们一直都是英雄，从来不是反派。”然而，困难的地方

在于，一方面我们希望能够获得积极、理想的结果，另一方面又受到创造力阴暗面的影响。艾瑞里将之形容为“紧要关头”。为了帮助人们安全渡过这个点，他总结了一下说谎的原因。艾瑞里的研究列出了八个造成谎言的主要因素：

1.合理化的能力。

2.利益的冲突。

3.创造力。

4.不道德的行为。

5.感觉无望。

6.从谎言中获益。

7.看到他人的欺骗行为。

8.充斥着谎言的文化氛围。

同时，艾瑞里还列举了四个减少谎言的因素：

1.誓言。

2.签署协议。

3.道德提醒。

4.监督。

最后，他指出了两个对谎言似乎没有任何影响的因素：

1.赚钱的多少（很多人对此感到难以置信）。

2.获罪的可能性。

在这种情况中，元认知不会因为创造力的“阴暗面”而将其整个舍弃，而是对艾瑞里研究中提到的促使人们说谎的因素严加注意。他的工作，犹如一道强光，照亮了无意识和有意识动机之间原本昏暗不明的桥梁。举例来说，我们没有意识到感到筋疲力尽会无形中加大说谎的可能。如果知道这个，我们就能根据艾瑞里列举的减少谎言的因素，找到把道德提醒嵌入日常生活的方法。道德提醒可以是日常计划中的实际提醒，也可以是你经常参考的心理注释。艾瑞里认为，我们对自己撒谎的次数要远远高于对他人说谎的次数。在我们陷入谎言的怪圈之前，知道如何辨别自我欺骗是他研究中至关重要的一点。这是一剂苦药，也是一个很难使用的工具，但是相较于由于不能意识到使我们不诚实的思考和行动的潜在因素而陷入谎言模式的旋风中相比，又没有那么困难。

BCP：施加元认知控制必须揭开无意识动机的面纱。要做到这点并不容易，但是使用一个谎言探测工具有助于发掘被忽略的自我服务动机。

9.寻求心灵上的整合

万物并作，吾以观复。

——老子

心理学家兼作家，丹尼尔·西格尔，通过阐明什么是“心灵整合”（心理中能量和信息的整合）来帮助人们理解心智。[13]

所谓能量，指的是采取一种行动的能力，可能是类似于动动胳膊之类的简单动作，也可能是更复杂的行动，例如提出一个奇思妙想。信息

能够标记除它自身之外的任何事情。举个例子，一块石头本身并不是信息，但是“stone”（石头）这个词却是信息。我们的心智必须辨别和分析“stone”这个词中的字符，从而使它具有实际的意义。

西格尔的原话是，“我们的心智调节能量和信息，使我们感受到这两种心智体验形式的实际存在，并对其采取行动，而不是迷失其中。”

他认为，当我们理解能量和信息的调节不仅仅产生于大脑和神经系统之中，也产生于我们的心智与他人心智相互作用之中时，整合就达到了。换言之，整合是相互关联的。

也就是说，心智不仅仅指的是大脑的工作，更准确地说，是大脑在社会和文化的大背景下进行的工作。心智是相互的，而不是一个个体的概念。了解这些，使我们更加清楚地知道为什么我们的心智会受到他人想法的影响，以及为什么我们能够影响他人。心智的动态关系并不是发生在头颅之中，且能量和信息的流动是相互作用的。

BCP：没人是一座孤岛，心智不仅仅局限于大脑，请记住他人在你心智中发挥的作用。

10.加强周期性的静心活动

偶尔让心灵放松一下，生活会更加美好。

——贺拉斯，罗马诗人

我们大脑的命令中枢，前额叶皮层，在长期的进化中成为听觉的反射区，其接收的信息往往是以声音的形式出现。这种声音不仅仅指的是外部声音，还有来自大脑的噪音。

在《语言改变大脑》这本书中，安德鲁·纽柏格和马克·罗勃·瓦德门建议人们培养内在的宁静，那么在他人说话时，我们就不容易分心。

这里所使用的元认知工具具有双重作用，试图同时消除外部噪音和内心杂音。与内心杂音相比，外部噪音更容易控制一些。你可以使用多个工具只为了营造一个实际的安静空间，这种工具也可以是声音本身。戴上耳机，单曲循环着一首歌，大脑慢慢地进入一个“β”波状态，这种状态最适宜冷静地思考问题。[15]这很大程度上是一个不断尝试的过程，你要去发现究竟哪种歌曲对你最起作用。对我而言，最好的歌曲是那些轻音乐或者歌词已经熟悉得不能再熟悉的歌。并且，当在咖啡厅里实施这种技术时，效果更是锦上添花。我喜欢咖啡厅的惬意氛围，但是偶尔出现的杂音却大煞风景。因此，我常常戴着耳机，坐在咖啡厅，循环播放着一首钟爱的曲子，周遭一片静谧。

为了培养内心的宁静，你同样可以尝试各种各样的方法，诸如冥想之类的。但是，就我个人的经验而言，阻隔外部噪音和培养内心宁静之间是共生的关系。宁静，并非单纯指的是“远离喧嚣的环境”，而是精神上融入这些噪音的稳定状态。尝试使用不同的技术，直到你找到对你来说最有效的方式，然后保持一段时间的“宁静”，最终你就能够集中你的注意力了。

BCP：周期性的内部和外部的静心活动，对于增强注意、提高聆听的能力非常重要。有时，你必须想方设法走出内外部噪音笼罩的混沌状态，否则，只能淹没在其中。

11.挑战你的判断式启发法

过去的想法造就了现在的你，以后的思想将塑造未来的你。

——詹姆斯·爱伦

无意识中最厉害的动力系统，就是认知科学家称为“自动化”的部分。简单来说，自动化是我们大脑用来完成事情的捷径。尽管有意识的行为能够促使人们的技巧日臻成熟，但是，在上述情况中，自动化让我们获得了最大限度的便利。

有个很典型的例子能够说明这个动力系统的作用——“路上的蛇”。想象一下，你正走在一条幽静的山间小路上，突然发现，前面的空地上好像盘卧着一条蛇。此刻的你来不及想，立即跳到一边。事实上，在你跳开之前，并不确定地上的物体真的是一条蛇。平静了几秒钟你才注意到，路中间的物体没有任何活动的迹象。然而，你小心翼翼地上前，结果发现那只是一根细长蜷曲的树枝而已。

在上面的例子中，发出跳开命令的捷径是一种由进化而来、已在大脑中固化的判断启发法。它的作用就是保证你的生存（或者增大你生存的几率）。当大脑启用这个捷径时，能够保护你不会过快或过近地接近可能的危险。

一方面，这种启发法的好处不言而喻，它是人们生存的保护伞。另一方面，它常常受到来自于文化的绑架。假如你遇到了一种产品，声称能够提高机体免疫力，抵抗多种病毒和细菌的侵袭。你的第一反应肯定是去买。诚然，谁不想要这类的健康卫士呢？但是，如果你仔细思考一下，发现那种产品根本不存在，与其花钱买它，还不如走路锻炼身体。病毒和细菌在这个星球上出现的时间比我们早的多，即使人类消失了，它们恐怕还会存活好长时间。想想看，我们现在都无法根治感冒。这种产品实际上是利用我们对健康不假思索的欲望，来驱使我们打开钱包。

BCP：判断式启发法对我们的生存来说不可或缺，但它同时诱使我们做出错误的决定。了解什么时候这种启发法被利用可以改善我们的思维，优化结果。

12.补充葡萄糖，增强自制力

我的过失，我的失败，不在于没有热情，而在于我缺乏对它们的控制。

——艾伦·金斯伯格

如果你经常苦于自制力太薄弱的话，就放一杯加了糖的柠檬水在手边。当你感觉快要放弃的时候，用它来漱口，就会获得坚持下去的力量。

这个结论来自于《心理科学》（Psychological Science）杂志刊发的一篇最新的研究报告。[16]佐治亚大学的研究人员招募了51名学生，让他们做两个测试自我控制力的任务。第一个任务是要求他们把一整本《统计年鉴》上所有的字母E都圈出来。以往的研究已经证实，这个冗长且沉闷的任务会极大地消耗人们的自我控制力。实验者参与的第二个任务叫斯特鲁普任务（Stroop task），屏幕上会闪现许多表示颜色名称的单词，但是这些单词的字体的颜色和词义表达的颜色不同。被实验者需要立刻说出屏幕上单词的颜色（较困难）而非是词义（较简单）。

在斯特鲁普任务开始之前，一半的学生用放了糖的柠檬水漱口而另一半学生是用蔗糖素漱口。结果发现，用含糖水漱口的学生在对颜色而非词义的反应速度方面要大大快于用蔗糖素漱口的学生。

为什么会是这样？柠檬水中的葡萄糖似乎只要接触到舌头就会激活

大脑中的认知动机中枢，因此，在完成高难度任务时，这就等于是给大脑一个助推力。

“研究人员曾经认为，葡萄糖是必须要喝下去，进入到人体之后才能给人以额外的能量来提高自制力。”这篇报告的合作者佐治亚大学心理学教授莱纳德·马丁（Leonard Martin）说：“这个实验发现，葡萄糖能够激活舌头上的‘糖感应器’，然后就会向大脑中与自我控制相关的认知动机中枢发送信号，这些信号就是在给身体以提醒。”

由于葡萄糖是大脑的主要能量来源，因此，快速摄入的糖分能够提高注意力，这一点很容易说得通。但是研究人员认为，这个实验表明，糖分的作用不仅仅局限于提供能量支持。

“（糖分）不仅能够提供能量，还可以令你将全部精力集中在手头上做的事情。若要完成需要一定自制力的任务的话，全神贯注地投入对你来说是必不可少的。”马丁说道。

马丁这段话背后的理论依据就是“情感强化物”。这种强化物（比如糖）可以令人全神贯注于自己的目标，当人们感觉要放弃时，这类强化物也会加强内心的自我控制力。比如说，当你在健身房里感觉快要不行了的时候，它能帮你再多坚持半个小时。

“在抑制身体自主反应方面，比如读斯特鲁普任务中的单词；或是在不逃避困难任务方面，比如说出单词的颜色，葡萄糖的效果似乎相当显著。”他说：“它能够加强情感投入以及需要自我控制的目标的完成。”

BCP：这个工具对于大多数人来说，就像嚼口香糖那样简单。研究表明，一点点的葡萄糖，对我们大脑来说足以了。现在只需漱下口，就产生了巨大的变化。

13.学习停止想法

我们不能用创造问题时的思维方式来解决问题。

——阿尔伯特·爱因斯坦

控制有意识的想法是元认知工具箱中必不可少的能力。它同时也是保证元认知成为一种强大的内部力量的源泉。这其中包含了两种至关重要的技术，暂停想法和延迟思考。

暂停想法是临床心理学常用的一种行为技术，用来帮助患者控制焦虑、愤怒和恐惧。尽管实施这种技术有很多种方法，但我最推崇的还是谢利·卡森在《你的创造性大脑》中描述的，准备一些小卡片和一支笔。[17]使用上面的方法时，一旦你注意到那些特殊的想法，你就能命令自己立即暂停。命令既可以是言语上的，也可以是心理意象。言语的命令包括：

“别往那方面想。”

“这些想法对目前的处境毫无帮助。”

心理意象包括一个“停止”的标志或是举起了“停止”的牌子。

卡森认为，最好当你的头脑中有了不喜欢的想法并把它们写在小卡片上之后，再对自己下这些命令。她还建议，可以在卡片上写六个命令，把卡片一分为二，一边四个，一边两个。之后，随身携带卡片。时间一长，那些命令和意象就会形成对消极想法的自动化反应。然而，这些技术使用起来需要花费一些时间。首先，你每次都要花几分钟来使用一个命令或心理意象。随着你对它们的控制越来越娴熟，所用的时间会越来越少。

丹尼尔·亚蒙博士，在他的书《幸福人生，从善待大脑开始》中讨论了关于许多大脑扣带系统的研究。扣带系统的功能是使注意从一个事物转移到另一个事物上，无论这个事物是有形还是无形。[18]即使扣带系统受到极轻微的损伤，人们也很容易陷入负性思维的怪圈中。或者说，人们的心智进入了一个功能失调的思想回路中。

根据亚蒙博士的研究，我们要是想克服这种扣带系统的功能失调，首先要做的就是，注意你自己什么时候分心了。我们必须意识到自己处于回路之中。“无论什么时候你发现自己的想法在不断循环，一定要想方设法从中脱离出来。行动起来，做些什么。”

BCP：学习暂停想法是一件难度系数很高的事。但是研究也表明，只要不断地认真练习，认知工具能使大脑华丽蜕变。因为这个工具真正地把握了适应的精髓。

14.即兴的大脑共振

你的勇气，决定了生活的状态。

——阿娜伊斯·宁

也许你体验过类似的情景，正在开车，突然注意到旁边的车似乎遇到什么问题，停在一边。你看见他们的车一半陷入洞中，而另一半却露在机动车道上，情况很危险。当你看到这个场景的时候，很能感同身受。

所以现在你要做一个决定了。要么径自走开，让那人自生自灭，要么选择雪中送炭。考虑之后，你决定伸出援助之手。你把车停在事故车和后来车辆之间，想要营造一个暂时的庇护所，让司机能够安心地把车

从洞里拉出来。但是，他可能并不认为你的所作所为是在帮他。相反，他很可能认为，你停车是因为觉得他阻碍了交通，在找茬儿。所以，澄清你的意图非常重要。当有车经过时，你可以从车中走出来，走到司机旁以示你在帮忙。司机打开窗户，挥手致意，表示他明白了你的心意。

当然，旁边的人可能会很不理解，他们会狂摁喇叭，大声吵闹，对你和事故车司机做手势。然而，这都不要紧。当你决定给予帮助，并身体力行这一决定时，你大脑中的信念与那个司机就保持一致了。你相信提供帮助，成功地帮到别人，即使让你冒点风险，也是值得的，并且你的信念正在弥合两个你之间的沟壑。如果没有你的帮助，那个司机是否能够脱离困境呢？也许会，也许不会。不过，这都不是关键。这个例子真正要说明的是，无论什么时候，你都在使你的思想和行为，和帮助他人的信念保持一致。你开始了一个与他人大脑的即兴共振。并且，你通过这样做，向他或她的大脑中灌输了一种信念：成功是可获得的。

有句俗话叫做“将爱传出去”，现在看来，确实有着的神经生物学基础。当我们目睹了助人行为取得成功之后，我们的大脑就会对这类事件进行标记，作为我们具备这种能力的证据。换句话说，成功地帮助他人，会转化为一个奖励。我们在之后的生活中，会寻找机会再次获得这种奖励。在某种特定的意义上，大脑得以从这种体验中发展。

下次，如果你有机会，创造一个与他人大脑的即兴共振，抓住机会。当你帮助他们时，你也在帮你自己。

BCP：尽管站出来帮助他人可能感觉到不太舒服，但是我们从中获得的益处不仅仅是提高认知能力那么简单。

15.总在做事中

并不是因为困难，我们才不敢。而是因为不敢，才困难。

——吕齐乌斯·安涅·塞涅卡

如果你感到不堪重负，很可能就是你大脑内部的危险警报系统在发出信号。当一下子发生太多事，或是一个项目有太多方面需要处理的时候，大脑就会释放压力激素，提醒神经系统，生活已偏离正常轨道了。这种神经化学的中断常常会造成精神麻痹。“太多”往往可以理解为“太冒险”或者“太危险”，并且此时你将会体验到大面积的系统停歇。前苏联心理学家伊万·巴甫洛夫（你可能听过他让狗分泌唾液的实验）把这种倾向称为“超限抑制”，当我们的神经系统面对他所说的“高唤醒”时几乎是处于关闭的状态。

如果想对这种情况进行补救，就要遵循我们的心理倾向。尽管我们希望找到一些消遣使我们从令人窒息的能量包围中挣脱出来，但是另一个策略更具有可操作性，那就是改变我们对问题的看法，寻找解决问题的新方法。最好的选择可能是最容易被忽略的，即无论何时，从新开始。这是一种从思维上的策略性变化，能够根除精神麻痹。

策略性的思考原则是形容本节工具的另一种方式。策略主要由两种选择组成：①我们选择做的；②我们选择不做的。关键是你得同时做到这两点，选择离开限制你的因素扎堆的地方，并且从其他地方重新开始。哪里并不重要，只要你能在那儿培养你的关注点，取得进步就好。一点进步也是一种成就，同时成就会催生更大的进步。持续地坚持这个原则，用不了多长时间，你会发现自己重新回到了目标的轨道上，这个目标在不久之前，像滔天巨浪一样把你拍打在沙滩上，让你难以翻身。通过使用策略性原则，你发现了不被巨浪打败的方法，并且重新掌握这种立于浪尖的能力。其实，这种能力一直都存在（并不是使用这个工具

后才具有的），但是你不得不在最需要它的时候，通过特定的原则使它为你所用。

BCP：策略是种选择，通过践行策略性原则，你能够脱离令人不堪重负的因素汇聚的地方，根据新的关注点，将自己置于问题的不同面。关键是，你一定要一直做事，不要让力不从心的感觉阻碍你的进步。如要你不那么做，你会让那种感觉变为现实。使用你大脑的适应性能力来改变观点，重新寻找关注点，使能量源源不断地流向目标。

16.睡眠充足，防止大脑过热

我想要休息，放慢赶路的步伐。

——西奥多·罗特克

我们直觉上认为睡眠非常重要，而一系列关于睡眠的健康效应研究也证实了这一观点。当我们没有得到充分休息时，我们的大脑会怎样呢？有研究表明，如果缺乏睡眠，大脑内的神经细胞就会乱成一团。在某种意义上，如果我们剥夺了细胞必要的休息时间，它们就会出现过热现象。

由意大利米兰大学Marcello Massimini带领的研究团队做过这样的实验：他们向被试大脑释放一种强大的电磁流，引起了神经细胞一系列的电反应。通过安装在被试头皮上的结点，研究人员测量了额叶皮层电反应的强度。同一批被试经过一个晚上的睡眠剥夺实验，第二天再次接受同样的测量。

结果发现，被试的电反应在一晚无眠之后显著增强了（从这个层面上来说，“增强”意味着更加混乱，不受控制）。但是，如果他们当天晚

上好好睡上一觉，隔天再进行测量，发现结果与第一天无异。可见，睡眠确实会影响细胞的活动。

倘若你正在饱受失眠的折磨，可能是由以下几种原因造成的。[19]

◎阻碍睡眠的因素

1.房间不够黑

理想状态下，你的房间应该没有一丝光亮，尤其是来自于电视或是其他发光电器的光线。当你的眼睛在黑暗中接触到光时，大脑会误以为现在是起床时间，进而减少褪黑素的释放（褪黑素是由松果体释放引起困意和低体温的一种激素）。发光电器产生的光线影响最大，因为它们像极了太阳光。

2.过晚还锻炼

如果你睡前三小时还锻炼的话，新陈代谢速度就会加快，心率会提升，夜间容易惊醒。尝试将锻炼改在上午，最晚不要迟于傍晚，那样，你能一夜睡到天亮。

3.太晚饮酒

人们通常认为酒精会引起睡意，但事实上它会影响我们的深度睡眠，使得你在第二天会觉得更累。你可能在饮酒之后感觉到困，但那维持不了多久。

4.房间温度过高

当你睡觉时，你的身体和大脑想要降温，但是如果你的房间太过温暖，就会阻碍降温过程。在房间里放台风扇是个不错的选择，因为它不

但能够保持凉爽，还能产生有规律的白噪音，催你入梦。不过，房间温度也不能太低，要不然你也冻得难以入眠。

5.体内的咖啡因

咖啡因的半衰期是五个小时，意味着在你喝完一杯咖啡10个小时之后，你体内仍残留着3/4剂量的咖啡因。并且，我们大多人一天不止喝一杯咖啡，很多人还在晚上喝。因此，如果你要喝咖啡的话，早点喝吧。

6.看着钟表

如果你半夜醒来的话，不要看表。事实上，你最好把床头的钟调个面，那样你就看不到时间了。当你习惯性地看钟时，你正在把你的生物钟往错误的方向调整，并且，不久之后，你将发现你会在每天凌晨的3：15分准时醒来。

7.看电视直到入睡

这是个很不好的习惯，主要有以下几个原因。首先，看电视会刺激大脑活动，这与你的目的背道而驰。其次，电视发出的光会提醒大脑要清醒。

8.深夜仍在思考问题

一旦我们在深夜惊醒时，跃入脑海的头一件事就是我们正在担忧的问题。此时你能做的就是，阻止自己继续深入思考，并换一个比较轻松的事情考虑一下。一旦你陷入焦虑的循环中，你会一直清醒到天亮。

9.睡前进食

蛋白质需要很大能量才能被消化掉，如果你在睡前进食，那么即使你试图睡觉，消化系统也在不停工作，让你难以入睡。如果你真的饿了，最好只吃少量的碳水化合物点心。

10.睡前抽烟

抽烟者认为抽烟就是在放松，但是这是个神经化学的诡计。事实上，尼古丁是刺激物。如果睡前抽烟，你整晚估计会醒来好几次。就像睡前喝了杯咖啡一样。

BCP：睡眠对于运转良好的大脑来说，至关重要。如果你总是失眠，思维必会受损。严格遵循以上建议，你每晚至少能安稳睡上六个小时。

17.支持自我

想要了解自我，首先得自己支持自己。

——阿尔贝·加缪

处于平衡中的大脑（不是从一个极端到另一个极端）展现了一系列外在的特质。这其中的一个就是自信。像其他大脑改造工具一样，自信是一种必须学习的技巧。尽管与其他特质相比，它可能出现的更为自然，但是，与其他两种常常被表达的倾向——激进和被动相比，人们对它的倾向较低。

在《掌控你的心灵》这本书中，心理学家吉利安·巴特勒和托尼·霍普认为自信提供了三种重要的平衡：[20]

1.激进与被动之间的平衡。

2.你自己和其他人之间的平衡。

3.反映和反应之间的平衡。

“平衡”这个词是关键，因为在上述三种情况中，自信不能完全取代其中一种或另一种的位置。实际上，它恰如其分地包含了两种状态。举例来说，自信与反映无关，却与反应有关。它取得了一种平衡，因而人们的反应可以不受反映的限制。但这并不意味着你要牺牲他人的利益来成全自己。自信会让你在保留自己感受与观点的权力和他人同样拥有的权力之间取得一种平衡。

不过，也会有失去平衡的极端情况出现，此时，人们仅仅倾向于某类行为或某类问题解决方法。用巴特勒和霍普的话说，“专制者和受气包都受到权力的控制。一个处于控制中，一个被控制。”极端情况是固化思维的产物。通过行为的执行，他们表现的极为呆板。

另一方面，自信衍生出灵活。“自信开辟了更多可能的道路，将我们引向更加美好的适应之路。”巴特勒和霍普这样说。在自信的心智状态下，你能够意识到你的需要、欲望、感受和其他人的需要、欲望、感受一样重要。

巴特勒和霍普提供了一个非常有用的“自信权力”以供参考：

我有这个权力

·说“我不知道”的权力

·说“不”的权力

·有选择的权力并可以表达出来

·有表达感受的权力

·有权做决定并对结果负责

·改变心智

·有权安排我的时间

·犯错的权力

总的来说，自信权力这张表表明了你的自由。同时也提醒你，其他人拥有同样的自由权力。

BCP：呆板的思维对适应造成了阻碍。同时，灵活的思维促进适应。为了最大限度地从适应能力中获益，我们不得不取得行为的平衡（例如自信）。因此，我们要学习必要的技巧去避免思维和行为中的极端情况。

18.保持韧性

我们必须集中力量去应对真实的生活。

——西蒙娜·德·波伏娃

马克·希曼博士在《超意识解决之法》这本书中，为一种最重要的大脑改造工具——韧性，做出了准确地描述，“韧性是种适应着去改变且难以测量的品质，它总能适应改变的浪潮，而不是被其淹没。具有韧性的人看杯子总是半满，并且知道如何把柠檬变成柠檬汁。”[21]

希曼认为“可塑性”是韧性的同义词，正如他所指出的，大脑反射出了我们的想法、信念和态度。“一个呆板、僵硬的性格必定反映了呆板、

僵硬的大脑版块，缺乏更新、记忆和修复的能力。”

希曼的研究告诉了我们韧性具有怎样的能量，以及它成为重要工具的原因。首先，适应本身就是韧性的动态形式。说我们要实用主义地适应人生的高潮与低谷就意味着，我们过去、现在、未来都不能被任何挑战打败。

这里，我们要加入一个现代的术语——顽强，韧性需要顽强。有了顽强，任何事情都无法阻挠我们前进的脚步。这并不是某款运动鞋的广告语，这是影响着所有人的进化现实。如果你一直盯着一个目标，你的所有行动肯定都围绕着它，即使最后不一定能够达成，至少也会很接近。有人曾说过，如果你向着太阳奔跑，至少也能跳到月亮上。

在消费者至上的氛围中，韧性不具有优势，因为营销活动传递的都是极度积极、过分个人主义的信念。我们的大脑接受了这些信念，并认为它们很大程度上是对的。但是，我们并不会因为穿上了著名牌子的运动鞋或是运动服而变得更加坚韧，或是更加顽强。

但是，我们确实能够通过实现韧性的适应性优势而变得更加坚韧。举例来说，了解大脑能够对灵活性思维良好反应，却不能有效地回应化思维使我们朝着思维的更大灵活性方向努力。反过来，上述结论通过我们逐渐体验到的积极结果得到验证，也就是所谓的“概念验证”（此处借用工程学术语）。

BCP：记住，灵活性促进了适应性的大脑改变。韧性主要指的是灵活性，离开了灵活性，你无法驾驭大脑的适应性力量。

19.对失败进行评估

生活就像2缸引擎，却产生了440马力，随时有可能出问题。

——亨利·米勒

在这部分中，我列举了失败的10种原因。希望读者们对这10种原因都能仔细进行思考，衡量一下你可能符合其中的哪种。这种做法将会帮助你开启思维转换之门。所以，千万不要讳疾忌医，相反，你需要积极地探寻思维改变之路。[22]

1.你缺乏所有必要的信念要素

人类大脑是一个强大的机器，能够解决问题并对未来进行预测。正如我们之前所讨论的，它借助多重反馈回路得以正常工作。从整个过程来看，信息输入对反馈回路的影响最大。信息进入回路之后，开启了分析—评估—行动过程，最终产生了一个结果。举个形象的例子，你如果输入了一个“取得目标”的信息，其中却缺乏至关重要的信念要素，那么这个回路一开始就缺少动力。换种说法就是，当你不认为你有机会达到目标，你又怎么能期待一个成功的结果呢？

2.其他人使你相信你的“位置”

“知道你在生活中的位置”是人类创造的几大害人想法之一。我只喜欢田纳西·威廉斯的阐释，“只有拥有历经苦难后，依然优雅的勇敢才能位于生活的顶端。”大爱田纳西·威廉斯。然而，比“知道你在生活中的位置”这种想法更要命的是，这种想法常常由周围的人强加给我们，并且他们让我们相信，我们就是这样的，最好就这样生活，并且一直都会这样。真的吗？谁说的？把写有预定位置的书给我看看。如果人们把这样的想法作为反馈回路的输入信息，那么结果永远都是不尽如人意，并且一直恶性循环下去。

3.你不想成为一个破坏者

在最近的几年里，“破坏者”这个词具有了丰富的含义。阅读了市面上的心理学和商业畅销书籍之后，我甚至都不能判定它究竟是个褒义词，还是个贬义词。但是有一点可以肯定，大多数人都没有破坏一切的念头（类似于水滴石穿）。破坏往往意味着人们要暂时放弃以往的连续、稳定和确定性，使固化的内部防御系统处于高度的警觉状态。然而，有时，你不得不无视警报，勇往直前。如果你不那么做，你永远不知道下面会发生什么。

4.“如果明天我死了，怎么办？”

我们所有人总是一次又一次地思考这个问题。并且，每个人都有明天死去的可能。与其整日浪费时间想这种难以确定的事，倒不如仔细地思考一下你究竟想要什么。你是想作为一平庸的人死去，还是具有拼搏精神的人死去？这就涉及我们要讨论的下一个问题。

5.你总是想知道是否有人记得你

上文的冲突很简单，如果你明天就去世了，人们会认为你是一个追求平淡生活的人，问题是这真的是你想要的吗？据我所知，那正是许多人期望的，因为在讣告中，他们常常会得到这样的赞美：“他是一个好人，好朋友，好……”好确实不错，但好不等同于伟大。如果你光沉溺于好，你永远也无法获得伟大的成就。想要知道如何才能被人记住本身并没有错，但千万不要让“好”、“不错”、“稳定”这类想法影响你所有的反馈回路。

6.你认为生活一定有着事先的定位

这点同样提到了上文中所讨论的“位置”，但与之相比更为深入。人

们倾向于相信心理学上所说的“动力”，认为凡事皆有原因，一切事物都有着最初的动力。因此，我们在想，是否有原因使我们成为现在的样子？是不是冥冥之中自有定数，安排了我们的生活这样发展？很明显，这里存在一个思维错误——动力是大脑为了应对困难而创造的幻象，而你的生活只有一个真正的主宰——就是你自己。

7.你的事业很稳定，这很好，对吗

是的，你的事业非常稳定，可能听起来真的不错。但问题是，很稳定是你真正想要的吗？也许是，并且这点会让其他人羡慕不已。然而，如果“稳定”意味着你不能突破已经被设定好的参数，去获得你真正想要的东西，它对你来说，就是一文不值。跟人生中很多事一样，这是个人选择，没有所谓的对错之分。不过，你也应该知道，假如你做了这种选择就预示着你这辈子不可能取得什么伟大的成就。

8.你害怕失去已经拥有的一切

这种恐惧似乎合情合理，但是我们应该把它从头脑中尽快剔除掉。事实是，即使你没有犯错，也有可能天降横祸，让你瞬间一无所有，既然如此，为什么要让恐惧阻止你去争取真正想要的东西。这跟“我明天可能会死”的想法如出一辙。是的，我们会死，也会失去。但那又怎样呢，勇往直前就好。

9.“也许我已经到达顶峰”

伟大的现代管理学之父，彼得·德鲁克（改写自他发表于《哈佛商业评论》上的经典文章——《自我管理》）曾经说过：“如果你遇到事业上的瓶颈，并且认为很难再取得进步，这恰恰昭示着你人生新阶段的开始。”他后来又补充到，在你开始新阶段之前，应该好好地做一番规划。

这其中的秘诀在于，忘记顶峰，专注于成就。但是当你使用顶峰做借口时，你将原地踏步，再难有所建树。

10.何去何从的困惑

这点对于我来说是这10点中最困难的。因为我总是受到它的折磨。加强关于成就的反馈回路只是一方面，如果离开了专注力和前进的方向，所有的能量到最后将一无所获。我的经验是，有时你不得不让能量自主流动，看专注点能否自己出现。一旦出现了，你可以以一种更加有序的方式，将它往你的目的地方向培养。

BCP：思考造成人们经常失败的这10种原因，并确定你符合其中的哪一条或哪几条。然后，调节你的适应性思维。

20.时刻关注你的化学阈值，特别是酒精

酒精之所以能对人们产生巨大的影响，毫无疑问是因为它激发了人性中的神秘力量，但常常被清醒时刻的冰冷事实和厉声批评击得粉碎。

——威廉·詹姆斯

当你的血管中充满了伏特加，你能想象会发生什么样的事情吗？我们听到过许多酒精影响我们身体和大脑的事情，最普遍的莫过于酒精是一种抑郁剂，让人意志消沉。不过，这并非事实的全部。酒精是一种抑郁剂，但它更是一种间接的刺激源。并且它的某些作用可能让你大吃一惊。

酒精能够通过改变人们体内的神经递质水平（传递身体中控制思维加工、行为和情绪等信号的化学信使）来影响大脑的化学变化。它既能

对兴奋型神经递质产生影响，同时也能影响抑制型神经递质。

兴奋型神经递质的典型代表是葡萄糖，其主要作用是增加大脑活动，提高能量水平。

人们如果摄入酒精，就会影响葡萄糖的释放，从而使大脑的运转速度放慢。

而抑制型神经递质的典型代表则是V-氨基丁酸（GABA），它能够降低能量供应，使一切生理活动趋于平静。相类似的阿普唑仑（Xanax）和安定（Valium）会加强氨基丁酸的效果，导致休克。事实上，酒精同样能增强GABA的效果。这也是你不能一边喝酒，一边服食安定的原因。如要你那么做，效果会倍增，你的心率会降低，呼吸会受到影响，随时都可能有生命危险。

我们以上的讨论解释了酒精为什么能产生抑制效果，它抑制了葡萄糖的释放，加强了氨基丁酸的作用。这就意味着你的思维、语言和其他活动都会变得迟钝，并且，摄入的酒精量越多，这种感受越显著。

但是，酒精还有另外一面，它能够刺激大脑中的“奖励中枢”，释放多巴胺。“奖励中枢”是由多个大脑区域组成，诸如朋友聚餐、度假、放年终假、吸食药物（可卡因和大麻）、摄入酒精等活动都能影响到它。

酒精使身体中的多巴胺水平提高，而多巴胺能够让人们感到快乐，所以人们往往先入为主地认为是酒精让我们感到愉快。所以，下次，人们可能食髓知味，不断饮酒，以期能够释放更多的多巴胺，但与此同时，伴随着酒精产生的其他化学物质，会让他们的反应越来越慢。

研究表明，男性饮酒对多巴胺水平的影响显著高于女性。这很有可能是因为男性的酒量比女性大的缘故。根据2001～2002全国流行病学调

查酒精及相关情况（NESARC）的结果，发现男性比女性更容易酒精成瘾。大约有18%的男性可能在其一生中会染上酗酒的恶习，而只有8%的女性会对酒精产生依赖。[23]

多巴胺的效果会随着时间逐渐减弱，直至完全消失。但是在这个过程中，即使“奖励中枢”已经不再释放多巴胺，酗酒的人还会沉溺于多巴胺仍在释放的假象中。一旦产生了这种强迫性需求，所谓的成瘾也就形成了。然而，每个人成瘾所需的时间各有不同。有些人可能天生具有酒精成瘾的基因，对他们来说，只需很少的时间就能对酒精产生依赖，反之，另一些人可能要几年甚至十几年才会成瘾。

下面，简略地解释一下酒精如何影响大脑的不同方面：

为什么喝酒会让人不受控？

大脑皮层：大脑皮层是思维加工和意识的中心，酒精压制了行为抑制中枢。它使来源于眼睛、耳朵、嘴巴或其他感受器官的信息加工减慢，同时它还扰乱了思维加工，使人们不能冷静思考。

为什么喝酒会让人变得笨拙？

小脑：酒精能够影响运动和平衡中枢，使人失去平衡，走路摇摇晃晃，也就是我们经常说的喝高了。

为什么喝酒会让人感到困倦？

脊髓：大脑的这个区域主要掌管着包括呼吸、意识和体温之类的自动化功能。酒精会作用在引起倦意，还会使呼吸变慢、体温降低，引起生命危险。

BCP：阅读完这部分之后，你应该清楚，酒精会深层地影响大脑，

进而影响你的思维过程。尽管这对于大多数人来说早已不是什么大新闻，但是如果你现在已经摄入较多酒精的话，知道这一切是如何发展的，会让你明白接下来该何去何从。

21.研究热爱自己事业的人

一个不如意的职业能摧毁掉一个人所有的光彩。

——奥诺雷·德·巴尔扎克

有些人看起来热爱自己所做的，当然了，和其他人一样，他们有时间做别的事情，但总体来说，他们还是专注于自己的工作，这种热爱让他人从某种程度上感到羡慕。这也验证了他们热爱做其所做的些许原因，我们可以从中学习并加以应用。[24]

他们从来没有忘记第一次挑战带给他们的乐趣

每当我和一个爱其所做的人聊天时，这种念头就会像蜘蛛猿一样突然出现。虽然他们工作处处变动，但他们一直热爱着自己的工作，并且一直保持着第一次挑战时的激情，这种激情激励着他们朝着目标前进。是的，有时很难专注坚持，因为我们时不时会迷惑迟疑，借用一句英语习语，就是失去立场。但真正热爱自己所做的人从来不会完全忘记激励着他们的挑战和目标。无论有多么迷惑，他们都会重新杀回原来奋斗的道路上，因为这个目标就是每天早上起床的动力！

他们从小就养成习惯

如果仔细挖掘我们的个人生活历程（尤其童年时代），我相信更多的人会认识到极其重要的人生提示。诚然，记忆是怪兽，从某种程度上

讲，认知学认为记忆是虚构的（也就是说，我们的大脑重现记忆，将昔日生活中点点滴滴的碎片和想象一起重新整合）。虽然我们不能改变大脑的工作方式，也不能改变重整的记忆，但是，我们可以深挖那些曾让我们燃起激情的模糊记忆。

事实上，那些真正热爱自己工作的人从小就做着同样一件事情，比如写作、讲故事或者遐想。关键的是，他们一直从事的工作可能不是（经常不是）激情的产物，而是将激情成功地融入工作中。事实上，他们激励孩子拥有大人们的成熟观点，这是个更加伟大的追求。

他们是“组合型”的思考者

心理学研究证明，把握市场的实质，可以有效地掌控得失，而且这与你个人的投资组合中包含了什么息息相关。当我们提及股市投资时，我们实际上在谈论一种有涨有跌的事物。虽然持续的熊市会让投资萧条一段时间，但它并不能完全破坏投资组合；尽管一路飘红会让我们更加接近投资目标，但是不能够永远持续下去。“组合型”的思考者深信他们的事业，既有高峰，也有低谷。重要的是，他们处于低谷时，不会萎靡不振，立于高峰时，不会夜郎自大。他们能够心态平和地在这两种状态间自由转换，也正因如此，他们能离心中的目标越来越近。如果你真的热爱你的事业，这种平稳的观点是不可或缺的。

他们从不关心你在想什么

这并不是尖锐的批评，但是事实就是，那些真正热爱自己事业的人，从不允许别人对他们的事业说三道四。试想，一个希望能以某种方式，一生都能与动物作伴的人（可能是训练员、研究员或者兽医），一天，在学校里遇到了一个号称资深的职业规划师，告诉他，虽然你希望与野生动物为伴的愿望很好，但是现实是这个事业完全不切实际。那些

职业规划师们，考虑了生活中的一切现实，唯独没有考虑咨询者的爱好。

然而，糟糕的是，对于大多数人说，尤其是重返校园的人来说，他们已经没有勇气和财力对规划师说，“谢谢你的建议，但我不需要，我会遵从心的召唤。”但是，值得庆幸的是，即使我们那时接受了违背内心的建议，之后仍有重燃激情的机会。虽然过程不易，但是却有很重要的价值。用心理学的专业术语来说就是，那些热爱自己事业的人真正做到了自我实现。

他们是天生的继任计划者

自我工作以来，长期处于企业环境中。虽然企业的制度有利有弊，让人颇感不适，但是它的资讯安全管理制度却有很多值得借鉴的地方，“继任计划”就是其中之一。简要来说，“继任计划”是指每个人都时时地与某个职位同步，当时机来临时，受训的人会接替对应的工作。变化总比计划快，我们要随时做好准备。

热爱自己事业的人们不仅深谙这个道理，他们还积极地寻找着能分享他们工作热情的继承者，希望有一天，继任者能够传承他们的衣钵。然而，普通的企业职员这样做只是因为企业守则中要求他们这样做，而那些人不同，他们对自己的事业有着诚挚的热情，那份热情使得他们乐于与他人共享知识与智慧。并且，如果选定的继任者对工作不感兴趣的话，他们会努力帮继任者找到能激发动力的工作。

他们会停留，但是他们也会离开

他们为什么会离开？热爱自己事业的人们认为组织非常的重要。因为是组织为他们提供行动的资源。但是，任何一个单独的组织都无力提

供所需的全部资源。当热爱自己事业的人们发现一个公司或是非盈利性组织没有办法为自己的事业提供帮助时，他们就会离开。我本想说，这并非个人的事情，但是事实是，这就是极端的个人主义。全身心地投入个人事业，是一个人一生中最重要的个人目标。热情常常弥补了资源和组织的功能，并且那也是它成为塑造人的因素的一部分。

没有人能阻挡他们

我已记不清看过多少管理者试图劝说一个充满激情的人不要去追求计划中没有设定的目标。但是，对于热爱所从事事业的人来说，他们只会执行能让他们接近心中所想目标的计划。换言之，当一个管理者苦口婆心地说“这是你在我的计划中扮演的角色，如果你没有做好，会有很严重的后果”时，聪明的人听到这类话，会阳奉阴违，至少是暂时的。然而，对自己的事业充满激情的人来说，他们定会所向披靡，没有人能阻挡。

他们能够毫不费力吸引他人

没错，人们总是希望围绕在热爱自己事业的人身边，因为他们能从这样的人身上感受到热情。假设有一个热爱自己的事业、对生活中一切相关事物都充满热情的人，把这个人置于这样一群人中间，他们没有目标，没有激情，对生存的意义非常困惑。可能开始，一些会感到不耐烦，因为没人能改变他们的人生观，但是另一些人却会开始关注。并且，他们很可能渐入佳境。也许很快，尽管他们不知道为什么，也会体验到一种想要去工作的兴奋感。那就是热情的感染。心理学家将之称为“心理感染”，一石能够激起千层浪。那些施展感染力的人受到已经被热情感染的人的鼓舞，热情会更加高涨，自此开始了一个良性循环。

他们活在当下

那些钟爱自己事业的人，绝不是目光短浅之人，但是他们也不会长时间地空等，直到万事俱备才开始做事。如果你想说服真正具有热情的人，等外部条件都具备了再开始行动，纯粹是浪费时间。“当下”对于热爱自己事业的人来说，是极其珍贵的，因为它稍纵即逝。并且，这也是他们给我们的最重要的启示。

他们从来不计较蝇头小利

史蒂芬·柯维曾说过一句很著名的话（改述）：“真正高效的人不会去抢夺受限的资源。”相反，他们会找一个足够人人有份的蛋糕，并且不介意他人分一杯羹。尽管我们不可否认的是，现代社会充斥着竞争的文化，而人类本身就是个不断竞争的物种，但是在健康良性的竞争和自私的利益追逐之间，还有着很大的区别。热爱自己事业的人是充分竞争性的，否则他们不可能达到自己的目标。但是他们不会把时间和精力花在算计和暗中使坏上，他们不会去争夺他人应有的东西。爱你的事业（无论为了达到什么目标，你需要变的如何有竞争力）不意味着要阻挠他人前进。这也是本节描述的这群人最值得旁人学习的地方。

BCP：热爱你从事的事业，很大程度上是将你的目标感和热情与激发你最大潜能的工作联系起来。

22.提高你的想象力（MQ）

一个好主意是许多联系的集大成者，而它的高度则是一个精妙的比喻。

——罗伯特·弗罗斯特

设想一下，你和我在讨论我俩想去的城市。我提到了一个城市，你

恰好去过，你这么对我说“那简直就是一个巨大的污水池，上面漂浮着数不清的垃圾，散发着阵阵恶臭，周遭爬满了难以想象的臭虫。”听完你的话，我的头脑中立刻浮现了以下景象，一个散发着令人作呕气味的池塘里，充满了废弃物，塘边随处可见老鼠、蟑螂的影子。

我们暂且不讨论你的比喻是否准确，因为它对于要讨论的内容没有太大影响。重要的是，你已经为我提供了一个比喻的雏形，供我勾勒出这个城市的形象。也许某天我会亲自参观一下那座城市，看看与你的比喻是否有出入。但无论事实与你所说的相符还是相反，那时形成的影像依旧会固定在我的脑海中。即使过去很长时间，想把那影像消除也很困难。

那就是比喻的力量，我们很少会注意到那种力量对思维产生的巨大影响。斯坦福大学的保罗·蒂博多和乐拉·伯罗迪斯基通过一系列的实验，向我们清楚地展示了比喻在“什么时间”、“为什么”起作用。[25]首先，研究者让482名学生阅读两份关于艾迪生这座城市的犯罪报告。之后，他们必须给出针对问题的解决之道。在第一份报告中，犯罪被描述成“觊觎着整个城市的野兽”以及“潜藏的定时炸弹”。

阅读了这样的字眼之后，大约有74%的受访者提出了涉及强制执行或惩罚的解决方法，诸如建筑更多的监狱，或是请求军队支援。只有25%的学生建议加大社会改革力度，加快经济发展，提高教育质量或者改善医疗条件。第二份报道与第一份几乎一样，只不过这份报告把犯罪比喻成“城市感染的病毒”和“社区的困扰”。被试们在阅读完这个版本之后，有56%的人选择了更严格的法律制裁，同时有44%的人提倡社会改革。

有趣的是，几乎没有被试意识到他们受到了不同的犯罪比喻的影

响。当蒂博多和伯罗迪斯基让被试指出报告中的哪一部分对他们的判断起了决定性影响，大部分人都说是犯罪数据，很少有人说是语言描述。只有3%的人认为是比喻才是主导因素。后来，研究者通过删除了生动的语言的相同报告，证实了他们的结论。即使，只是犯罪或是病毒之类的比喻只在之前出现了一次，下次还会出现同样的效果。

研究者发现，如果没有相得益彰的内容，比喻本身发挥不了太大的作用。蒂博多和伯罗迪斯基让被试在阅读相同的报告前，想一下“野兽”或“病毒”的反义词，之后，他们给出了类似的解决方案。换句话说，比喻仅仅在成为故事的一部分之后才能发挥作用。但是，当比喻出现在文章的末尾时，它们也产生不了实质性的影响。看来，比喻想要发挥作用，内容才是关键。

BCP：正如这个研究指出的那样，我们很少意识到比喻是如何影响我们的思维。关注比喻的使用时间和方式，有助于提高丹尼尔·平克所说的想象力。[26]想象力能够帮助我们认识到我们被影响的方式，从而更好地控制思维和行为。

23.增大文化投入

艺术是经历的一种模式，我们对美的欣赏是对这种模式的肯定。

——阿弗烈·诺夫·怀海德

我之所以对挪威研究者抱以欣赏态度，是因为他们总是在不遗余力地探寻，究竟是什么因素影响了我们对生活的满意程度。根据最近发表在《流行病学和公共卫生》上的一篇研究，一个挪威研究小组调查了近50000人（既有男性，也有女性）来测量生活满意度。[27]

总体来说，无论男性或女性，只要他们参与文体活动（包括乐器、绘画、看戏、参观博物馆），其抑郁和焦虑水平都低于未从事文体活动的人，并且有文体爱好的人通常对生活更加满意。

然而，男性的受益程度似乎比女性更高。而且更有意思的是，倾向于回顾文化（参观博物馆、浏览画廊）的男性享受到了最大的好处，他们甚至比那些积极参与文化和创造性活动的男性受益更高。

无独有偶，许多证据都证明了这个结果。早在20世纪90年代，就有一些研究指出，艺术与低焦虑、低抑郁存在着高度相关。（换言之，你不用专门去学钢琴，只要听钢琴曲就能抵抗焦虑和抑郁。）《神经科学杂志》上的研究更是表明，定期接触到视觉艺术的精神病人较之没有接触到的，所需要的抗焦虑药物明显减少（这个结果也得到了药剂科护士的证实）。[28]

总而言之，艺术有着显著的保健疗效。除此之外，在我提到的第二个研究中，使用艺术疗法，不仅能减轻护士们的工作量，每年还能为病人节省近三万元的治疗费用。

值得一提的是，挪威学者的研究还暗示，文化投入越高，受益越大。所以，当你再次去剧院、博物馆或画廊的时候，试着努力投入其中吧。

BCP：无论是男性还是女性，都能从文化欣赏中受益，并且对于男性来说，受益更大。使用这个工具，你能够正确地提高生活满意度，所以没有必要犹豫，行动吧。

24.开始阅读挑战性书籍，观看挑战性电影

一本真正的好书，其价值不仅仅在阅读上。必须将其放在一边，按照书中所说的行动。正所谓，开始于阅读，终止于行动。

——亨利·戴维·梭罗

这个工具是第三部分（扩展）的前奏，在本书的这个部分，你会欣赏到许多精选的小说和电影，有助于丰富我们之前讨论过的话题。

然而，当你阅读挑战性的小说或者观看立意深远的大片时，接收的信息更加有效。因为它们从智慧和情绪两方面给以你以启迪。

将这个工具内化为你日常习惯的一部分，特别是养成阅读的习惯，在午间休息时间，在工作前，工作后，睡觉前，任何你能挤出的时间里阅读，对你的生活会大有裨益。

BCP：这个工具你仅仅去做就好了。参考第三部分扩展，挑几个好的地方开始吧。

25.思考你的成就以及对他人的影响

真正的幸福不在于幸福本身，而在于对幸福的追寻。

——费奥多尔·陀思妥耶夫斯基

不断向前和受人尊敬之间的交点非常重要，因为我们往往发现那些积极进取的人在前进的道路上，除了超越他人，完全不顾其他，而那些受人尊敬的人却一直停滞不前。本节的工具从取得成就和牢记他人利益的双赢角度，提供了几种思考成就的不同方式。[29]

顽强的品质

受人尊敬的成功者一般有着常人无法企及的顽强品质。他们从来不会让困难阻碍他们前进的脚步，即使暂时受困，也不会持续很长时间。这主要是因为他们的思维在长期的训练之中，几乎立刻就能找到另外的替代之法。对于一个顽强进取者来说，通往成功的道路往往不只一条。然而，这类成功者在前进的过程中，也会将他人的利益铭记于心。正如那句古话，“达则皆济天下”，并且，如果成功者改变道路的话，很有可能不小心伤害到他人的利益。对一个受人尊敬的成功者来说，这完全没有必要，因为他们清楚地知道还有其他方式，让他达到最终目标，只不过可能要多花一点时间。

遵守的承诺

受人尊敬的成功者还有另一个特点，就是他们一定会完成他们承诺过的事。他们不会描绘一幅宏伟的蓝图，引得他人蜂拥而至之后，又转向另一个伟大的想法，只因为这个想法激起了他们更大的热情。受人尊敬的成功者为自己设下了一个高标准，一旦他们做出承诺，就一定全力以赴。诚然，失败和其他不可预见的情况也有可能发生，不过那只是个例。无论困境是否出现，受人尊敬的成功者会一直遵循自己设定的标准，而旁人也都知道，与那些成功者合作，他们从不会空手而归。

务实的原则

受人尊敬的成功者都是典型的实用主义者，他们关心究竟是什么起作用。如果一种方法不起作用，他们要么略微进行调整，要么整个放弃，另寻他法。尽管成功者们关注结果，但是为了求得好结果而置他人于不顾，太过残忍，也并非他们的初衷。他们会尽力寻求一种互利的安排之法，如果实在找不到，成功者们会把帮助他人另寻出路作为个人奋斗的目标。

策略的解决之道

和其他人一样，当遭遇挫折时，备受敬仰的成功者也会变得消极，和所有人一样，他们也会抱怨现在的情况是多么的糟糕。但是与他人沉溺其中、逃避现实不同的是，成功者会体验那种痛苦，并意识到那是人生经历的一部分，然后，他们有策略地解决问题，轻装前进。在这个例子中，策略指的是一系列的前进的行动步骤，也指做出不做什么的决定。策略是种选择，而跳出消极情境、形成策略化的心理状态更是艰难的选择。人们认为受尊敬的成功者们具有做出困难选择、敢于承担责任的勇气。

承担的责任

许多勇于进取的人都有一个不太好的品质，就是他们善于避免在事情出错时，承担责任。换句话说，把责任推卸给他人。但是受人尊敬的成功者对责任却有着不同的看法。首先，他们认为，如果事情出错，那么很可能是整个团队的错误，无论团队其他成员有没有责任，他们自己难辞其咎。为什么？因为组建团队是为了完成同一个目标，如果目的没有达成，那么整个团队都应该受到批评。领导者们得对整个团队负责，而不是拼命地解释他们的责任比其他成员少。其次，受人尊敬的成功者总是遵循着“黄金法则”，无论何时，都推己及人，设身处地地为他人着想。

BCP：你在取得成就的同时，可以不伤害到他人的利益。当你在训练适应性思维设定，或取得成就时，把这个工具牢记在心中。

26.了解自我管理的要素来提高表现

觉察给了我们改变的机会。

——丹尼尔·西格尔

对技巧的掌握需要不间断的刻苦练习，正应了那句古话“熟能生巧”。但是，有研究表明，如果在技巧掌握之后仍然坚持练习，那么此时练习起到了另外的作用——有效地思考。

在美国科罗拉多大学波德分校助理教授阿拉·艾哈迈德主持的研究中，研究者观察了被试如何使用机械手来完成取物动作。被试利用手中的游戏杆来控制电脑屏幕的光标。每个被试都在特定的位置上去碰触屏幕上的目标。[30]

当机械手产生一个“力场”时，使得被试调整光标，靠近目标时，推进更加困难，因此，他们不得不在一些手臂活动上施加更多的力量。

被试首先在无力场的情况下，完成了一个200组的取物实验，接着又在有力场的情况下，完成了两个250组的实验，最后又在无力场的条件下，完成了一个200组的实验。

第一个结果正如所料，重复练习之后，被试学会了如何在力场中运动机械手去碰触目标，并且错误越来越少，直到最后，错误率为零。

另一结果也跟预期相符。甚至在被试犯错几率已经显著降低之后，更多的练习会使肌肉完成任务所需的能量减少。

然而，临床结果是，即使在肌肉活动已经稳定之后，伴随着继续的练习，能量消耗依然会下降。在这个研究的最后，已经掌握了技术并持续练习的被试体验到降低了将近20%的能量消耗。这个结果暗示了关于身体如何释放能量的新观点，而传统看法则认为，“代谢消耗”直接受到

肌肉活动的影响。

这个研究表明，在能量消耗游戏中还存在着一个不为人知的因素——更加有效的思考。神经加工和生物机能都会左右能量的有效性。当被试的思维通过练习提升之后，他们消耗了更少的能量。

BCP：能量有效性受到思维、肌肉的双重影响。思维不仅仅关乎头脑，还能够改善机体表现。

27.用身体管理心智

一个伟大的想法往往是在散步时产生的。

——弗里德里希·尼采

我不喜欢跑步，但是通过多年的观察，我发现那些坚持跑步的朋友收获了意想不到的好处。同时，也有越来越多的研究表明，几乎所有的运动，尤其是跑步，对我们的大脑很有益处。剑桥大学和美国国家研究所关于衰老的研究更加证实了这一点。我个人认为，这值得大家的广泛关注。[31]

跑步之所以能够增加大脑功能的奥秘在于，它激活了神经元（新的脑细胞）的生长。然而，其中具体过程仍有待探究。不过，很有可能是因为运动加快了血液循环，或者抑制了压力类激素的产生，抑或是两种可能同时存在。无论它是怎样发生的，跑步都是一类很好的抗抑郁类药物。

抑郁的产生与神经元的减少有关。并且，类似于百忧解（Prozac）之类的五羟色胺再摄取抑制剂（SSRI）类药促进新的脑细胞的生成。有

研究认为，跑步跟抗抑郁药物有着一样的效果，同时不会带来诸如体重增加或性欲降低等副作用。

剑桥大学用小白鼠做被试证明，跑步增强了大脑的记忆功能。神经科学研究者让一组小白鼠每天跑15英里，另一组则什么都不做，只是在笼子附近转悠（用啮齿类动特来模拟典型的人类办公室工作）。

最后把这两组小白鼠放于电脑屏幕前，给它们呈现两个并排的一模一样的方块。当小白鼠轻推左边的方块，便能得到一颗糖作为奖励，但当它们轻推右边的方块时，则一无所获。因此，小白鼠不得不记住究竟哪个方块与奖励有关。

结果是，每天跑步的小白鼠的得分是什么都不做小白鼠的两倍。更有意思的事还在后面，后来，研究者把这两个方块移近，直到它们能够彼此挨着，增加辨别的难度。第二组小白鼠随着方块的挨近，错误率越来越高，而第一组小白鼠总是能辨别正确。再后来，研究者甚至在小白鼠面前把方块调换顺序，跑步组的小白鼠的正确率依然远远高于无事组。

这群小白鼠最后还献身于科学事业。研究者对小白鼠的大脑进行了解剖，发现跑步组的小白鼠在实验期间生长出了新的灰质。而灰质则代表着数以千计的新细胞。

以上内容告诉我们，跑步和其他形式的运动对大脑的影响，可能超过了现代药物学所能起到的最好效果。

BCP：非常简单，运动起来吧。你的大脑、思维将因此而突飞猛进。

28.向认知先哲们学习

没有疑问的灵魂充满了悲哀。

——拜伦·凯蒂

在现代神经科学诞生之前，伟大的思想家已经让我们明白了有效思考的强大力量，特别是对思维的思考。在这个部分中，我会列举一些思想家，我建议读者们去书店、图书馆或者网上去阅读一下他们的著作。那些作品即使经过岁月的洗礼仍然具有借鉴意义。

·马可·奥勒留

·艾伦·贝克

·厄尼斯特·贝克

·威廉·詹姆斯

·卡尔·雅斯贝斯

·刘易斯·芒福德

·何西·奥特加·伊·加塞特

·伯特兰·罗素

下面我会介绍一位我最喜欢的哲学家。

马可·奥勒留（Marcus Aurelius Antoninus）（公元121—180）是一个伟大的领导者，同时，他还是一位杰出的斯多亚派的哲学家。他担任着古罗马的第16任皇帝直至去世，后世人认为他是古罗马“五贤帝”中

的最后一位。他的儿子康茂德接替了皇位，没有沿袭他的作风，嗜血残暴，把古罗马引上了灭亡之路。

尽管奥勒留执政期间，总是在四处征战，但他依然通过在雅典建立哲学的四把交椅，对哲学研究产生深远影响。奥勒留曾为他自己写了一本书，后来作为《沉思录》流传于世。对于我来说，他的作品是最好的精神食粮，值得我细细品读。以下列举了一些他的名言，看看是否你能通过消化和应用那些看起来简单却能够发人深省的话，有所感悟，并从中受益。

生活会逐渐变成我们想象的那样。

生活更像是戴着脚镣在跳舞。

真正的力量来源于你的内心。一旦你意识到这点，你就能获得力量。

我们之所以悲伤，是因为生气，不是因为悲伤，所以我们感到生气。

细节决定成败。

习惯性想法怎样，心智就怎样，因为灵魂会被想法染色。

不要让精力耗费在你没有或者你已拥有的事物上。

要想了解一个人的真实品质，你必须要深入到他的精神世界，检验他的追求。

一个人若能在一个地方生存下去，必定能在那个地方生活得很好。

BCP：寻找这些伟大的灵魂，品味他们的著作，一再品读。内化他

们的智慧，来丰富你的内心世界。

29.将自己置于可怕的失去体验中

人们只有在黑暗中才能找到光明。因此，当我们沉浸在悲伤之中的时候，才是最接近现实的时候。

——梅斯特·埃克哈特

这个工具与前面所说的“写自己的讣告”很像，目的都是用来矫正病态的价值观。不过，我不希望它会滋生抑郁，与之相反，我希望它能让你重获新生。

首先，让我们来谈一个常见的现象，我们中的每个人都体验过失去，失去挚爱、朋友、工作或者事业。这其中有些可能会发生，有些必然会发生。没有人能够知道我们会怎么处理那些丧失，除非它们真正地降临在我们身上。

我第一次面对的人生中重大的失去，是我父亲的去世。他半夜突发心脏病，第二天被人发现时，已经溘然长逝。当我走进他的卧室，看着他躺在那儿，他脸上的惊恐表情让我此生难忘。当时的那种可怕感受，在我之前的人生中从未出现。我走近了他，最后一次握住他的手，说着“他是一个好人”。无论何时，我想起我的父亲，这句话总会浮现在我的脑海中。后来，我冲出卧室，跑进仓库，找了个角落，蜷起身子，不住地抽噎。这个反应是我从未料想到的，出于本能，不可承受。

我之所以要讲这个故事，并不是因为任何对失去的事前考虑都会降低你情绪的反应，并且我也认为这种做法不科学。从神经生物学角度讲，我们因为某个原因悲伤，那么有意地去消除这种情绪反应是很不明

智的。但是，我认为对于失去的准备会引起一种被大多数人忽略的思维过程，因为毕竟这个过程让人感到不愉快。

然而，问题是，否定或者避免从心理上为不可避免的失去做准备会让你不经意间被心理上的刺扎到。与你爱的人（父母、配偶、朋友或者孩子）的分离会改变你，并且不出所料的话，你会发现这种失去使你走入了一个更加黑暗的走廊，不知尽头在哪。你还可能发现，自从你体会到了这种悲剧性的失去，你陷入了自我放逐的恶性循环中。

只要你使用元认知在心理剧场中模拟失去的场景，当真正的失去发生时，你就可以阻止上面这种情况的产生。你花费在思考可能的失去场景上的时间，视情况而定。无论你是思考几分钟，还是一个小时，最重要的是，你考虑到了失去情况的方方面面。尽管在真正发生之后，我们不可能完全掌握失去的感受，但是我们可以保证一旦发生失去的情况，生活不会失控。

BCP：我们不可能避免失去，但是我们能够想象失去会怎样影响我们的生活。并且通过对失去情况的详细设想，我们能够阻止更坏结果的发生。

30.总览心智的12种表征

正如我们在第1章中讨论的那样，元认知不单单只在意识觉察的某一水平上运行，而是在多个水平上，创造了跨越整个心智的元表征。在这最后的一种工具中，我们将会总览这12种元表征。它们在功能上与大脑前额叶皮层的作用相对应，同时，在比喻上，与神经科学家所说的“自我的方面”相呼应。

这节的内容建立在心理学、认知科学和行为科学的一些新发现上。

丹尼尔·西格尔提出了“九种前额功能”（他也称为“情绪幸福感”的要素），帮助我们来了解前额叶皮层的作用：[32]

1.身体管理。

2.良好沟通。

3.情绪平衡。

4.反应灵活。

5.恐惧调节。

6.同情心。

7.视野。

8.道德觉察。

9.直觉。

神经学家维兰努亚·拉玛钱德朗则提出了“自我的七个方面”，来引导我们理解“我”的维度：[33]

1.团结。

2.连续性。

3.具身化。

4.隐私。

5.社会融入。

6.自由意志。

7.自我意识。

心理学兼教育专家霍华德·加德纳提出了包含最重要元认知能力的“未来的五种心智”：[34]

1.纪律化的心智。

2.综合的心智。

3.创造性心智。

4.尊敬的心智。

5.道德的心智。

概念思维专家爱德华·德·波诺提出了“六顶思考帽”，这六顶帽子打破了与认知类别相关的思维方式：[35]

1.白色：客观的。

2.红色：情绪的。

3.黑色：警觉的。

4.黄色：积极的。

5.绿色：创造的。

6.蓝色：有组织的。

认知行为疗法的先驱艾伦·贝克提供了内部控制系统的五种要素，它们是元认知必不可少的部分：[36]

1.监控。

2.评价。

3.评估。

4.警告。

5.指导。

将这些和其他定义综合成可相互兼容的描述，就形成了心智的12种元表征：

1.记者



调查者，问尖锐的问题，依靠可靠的资源来寻找答案。

2.工程师



设计和管理反馈回路。

3.管理者



调整奖励中枢，管理情绪加工过程。

4.引导者



在意识的边缘搜查，绕过无意识障碍。

5.讲故事的人



不停地在写自我叙述，管理自我意象。

6.模拟者



使用心理表征来创造意义。

7.劝导者



发现错误的自动化想法，在决策时发出“心声”。

8.导演



关注和引导注意。

9.技术员



充分地利用外部反馈技术。

10.合作者



将自我与他人相联系，与他人心智保持同步。

11.监护人



保护自我不受背叛。

12.创造者



把自我发展成有形的外部表达。

正如任何一个比喻性的模板，这些描述并不能涵盖全部（也不要奢望它们能涵养全部）。相反，它们是在大量的关于心智卓越的能力的文献基础上形成的混合体。用来践行心理学家尼古拉斯·汉弗莱所说的“意识”——受到心智监控的心智内部的表达活动。[37]

第三部分 扩展

第7章 心智的图书馆

只有不断学习，心智才能永不枯竭。

——列昂纳多·达·芬奇

本书这个章节的内容非常广泛。我试图去建立一个多媒体图书馆的雏形，意在加强和扩展本书最开始的两个部分——知和行。扩展的目的，正如它的字面意思，是为了拓宽知识的边界，开辟新的道路，这可能需要读者们一直投入时间和精力，但是，它确实能改变你思考的方式，甚至我可以毫不夸张地说，可以改变你的生活。

我将扩展部分的内容分为三类：

·非小说书籍（书的一部分阐述细节，另一部分则给出参考书目）

·小说和回忆录

·电影

■杰出的非小说类作品

《重塑大脑，重塑人生》

诺尔曼·道伊奇，MD

维京出版社（2007）

诺尔曼·道伊奇曾经写过的关于大脑神经可塑性的经典之作，并且时至今日，它依然是解答这个主题的最好文章之一。道伊奇作品的精妙之处在于，他将极其复杂的神经科学概念以你绝对意想不到的方式关联起来。尽管每年都会涌现大量的神经科学方面的书籍，但我依然重复阅读道奇的作品，每次都会有新的发现。

《思维改变生活：抵抗压力、战胜焦虑和抑郁的认知行为疗法》

莎拉·埃德尔曼，PhD

达·卡波出版社（2007）

如果想要找到一本关于认知行为疗法（CBT）的入门之作，那么没有比埃德尔曼的这本操作性极强的书更好的了。在这本书中，埃德尔曼详细解释了认知行为疗法每一步骤的内在原理，以及可能会产生的效果，我在工作中不断地翻阅着这本书。

《幸福之路》

伯特兰·罗素

李弗莱特出版社（1971）

伯特兰·罗素一直以来都是最有影响力的西方哲学家之一。在这本书（1930年第一次出版）中，罗素暂时地脱离了逻辑学家的身份，将他敏锐的知觉转向了一个足以影响所有人的主题——幸福。可以说，这本书是我读过的关于幸福的、最令人爱不释手的书之一。

《意识的解释》

丹尼尔·丹尼特

利特尔&布朗出版社（1991）

在众多从综合方面解释意识现象的书中，哲学家丹尼尔·丹尼特以一种特殊的视角，弥合了从概念上和神经生理上了解人类大脑所产生的分歧。它对任何对意识悖论感兴趣的人来说都是一本绝佳的入门书。

《发展的心智：人际关系和头脑是如何相互作用塑造我们的》（第2版）

丹尼尔·西格尔，MD

吉尔福特出版社（2012）

可以毫不夸张地说，《发展的心智》是本杰出之作。相较于我读过的其他作品，它涵盖了意识和无意识心理的更多方面。在本书中，西格尔提出了一个引人入胜的观点，即我们的心智只有一部分是由大脑和神经系统产生，它们同时也是和他人心智以及外界影响物相互作用的产物。尽管这本书可能在某些人眼中过于学术，但我依然向那些有意扩展心理知识的读者强烈推荐这本书。

《驱动力》

丹尼尔·平克

河源出版社（2009）

现在对于动机的讨论，许多人倾向于人云亦云。而平克则另辟蹊径，采用一种新颖的观点来阐述这一主题。作为畅销书《全新思维》的作者，平克是一个把读者带入另一视角的高手，他的观点常常令人深思。

《专注的快乐：我们如何投入地活》

米哈里·契克森米哈赖，PhD

基本图书公司（1997）

说到应用心理学时，很少有人像这本书讲的那样透彻。（此版相对于契克森米哈赖的代表作《心流》来说，更精简，更具有操作性）“心流”的本质结合了多个心理学思想流派，包括认知行为疗法以及创造力疗法的精华之处，意即“一个人完全沉浸在某种活动当中，无视其他事物存在的状态。这种经验本身带来莫大的喜悦，使人愿意付出巨大的代价”。这就好比控球后卫在大赛中无意间投中一个三分球时体会到的那种感觉，好比作家坐在电脑前面流畅无阻地进行创作时的心理体验。在这些时刻，当我们专心致志、浑然忘我时，我们体验到的正是米哈里·契克森米哈赖所说的“心流”。获得心流的体验也就是我们渴望的幸福状态。

《奔向未来的人：五种心智助你自如应对未来》

霍华德·加德纳

哈佛商学院出版社（2009）

加德纳，多元智力理论的提出者，在这本薄薄的书里，做了大量工作，主要是关于如何辨别领导者现在、将来所需要的批判思维能力。它是一本为企业量身打造的即时有效读物，对于心理学和教育学来说，同样也具有指导作用。

《不诚实的诚实真相》

丹·艾瑞里，PhD

哈珀柯林斯出版社（2013）

丹·艾瑞里，伟大的研究者和传播者，这本书可能让你感到不舒服，他巧妙地揭开了我们有意无意对外撒谎或自我欺骗的面纱。其中，一个最吸引人的发现就是，我们几乎意识不到我们在对自己撒谎。也许那些发现会让你对自己产生动摇，但是相信我，请不要让它阻止你阅读这本书，它值得一读。

《如何创造思维：人类思想所揭示出的奥秘》

雷·库兹韦尔

维京出版社（2012）

在试图逆向构造大脑，从而发现它的管理原则的过程中，雷·库兹韦尔向完成人工智能的终极目标前进了一大步。然而，不仅如此，我认为库兹韦尔最大的贡献是揭示和阐明了大脑作为模式探测器的一种深层次功能，能够不停地对环境中的模式进行评估和分类，增强日常的适应力。虽然作者在此书中提到的工作是否会促进一个全面运转人工大脑的发展这一点仍然不得而知，但是这个探索本身是很有价值的。

《我是一个奇异环》

道格拉斯·霍夫斯塔特

基本图书公司（2007）

我一直很慎用“爱”这个词来表达我对一本书的喜爱，但是《我是一个奇异环》这本书却打破了这一惯例，我爱这本书。可以说，它包含了科学、哲学还有文学散文，甚至更多，并且经得住时间的考验。就像雅斯贝尔斯的《智慧之路》或是霍弗的《狂热分子》一样，霍夫斯塔特的

作品在未来的许多年里，都会出现在大学的必读书目上。它值得你在书架上为它长久地保留一席之地，一读再读。

《比语言更有力：关于心智如何创造意义的新科学》

本杰明K.贝尔根

基本图书公司（2012）

也许你还没有意识到，脑科学中的一个争论已经持续了很多年，那就是我们的头脑是怎样判定什么是有意义的，什么是没有意义的。换句话说，为什么我们觉得所有事情都得有意义？事实上，意义究竟指的是什么呢？贝尔根的工作向我们展示了大脑是如何通过“具身模仿”来创造意义。所谓的“具身模仿”，指的是大脑通过我们自身的体验知识库来模仿意义。为什么我的意义感与你有所不同呢？假设我们说着同样的语言，我们所使用的外部的描述参考没有任何区别，但是我们大脑所创造的内部模仿以及心理剧场中所进行的项目却千差万别。因为你和我有着不同的体验知识库，所以我们最后形成的模仿会截然不同。因而，这种不同最后会体现在“意义”的描述性输出上。无论从哪个角度评判，这本书都是部巨作，我向你强烈推荐。

《管理你的大脑》（第2版）

吉莉安·巴特勒，PhD，托尼·霍普，MD

牛津大学出版社（2007）

这本书奠定了认知行为疗法的雏形，极具可操作性。巴特勒和霍普为读者描绘了一幅蓝图，从多方面改变思维，从而使生活更加美好，包括人际关系、事业、身体健康等生活中的方方面面。它是一本真正的科

学帮助类书籍，其给出的所有建议均来自于跨学科研究。除此之外，这本书还有一个显著的特点，它是以参考指南的形式进行编排的，因此，你可以阅读任一章节，而不必担心看不懂。

《心灵骇客》

罗恩·黑尔·埃文斯，马蒂·黑尔·埃文斯

约翰·威立出版社（2011）

跟本节介绍的其他书不同的是，《心灵骇客》并不是一部探讨大脑是如何工作的作品。它从实际出发，指导我们如何通过改变认知功能来改善结果。虽然书中提到的60个小贴士、小窍门和游戏并非对所有人都适用。但是，总的来说，这本书依然是一本优秀的指导书，你会想要把它置于书架的低层，方便你随时查阅。

《第七感：心理、大脑与人际关系的新观念》

丹尼尔·西格尔，MD

矮脚鸡出版社（2010）

在这本精简的书中，西格尔概括了“第七感”的要素。并且，鉴于西格尔对意识研究的贡献，“第七感”成了应用心理学中耳熟能详的术语。相较于《发展的心智》，西格尔把这本书减缩成一本入门读物，力图让所有人都能看得懂。它作为最好的应用心理学著作之一，与其他鸿篇巨制一起成为了不巧的经典之作。

《多重性：关于人格、身份和自我的新兴科学》

莉达·卡特

利特尔&布朗出版社（2008）

为什么所有人都认为我们自身是一个独立的“我”？事实上，我们在成长过程中是由许多个“自我”组成的。卡特在本书就解释了上述问题，并且我认为《多重性》是关于多重自我理论的基础书籍。卡特是个非常善于解释复杂问题的作者。他让我们相信，尽管在实际操作中，我们错误地感觉到一个整合的“我”，但是“我”并不是一个纯粹的实体。

《人类思维中最致命的错误》

罗伯特·伯顿，MD

圣马丁出版社（2008）

罗伯特·伯顿有力地证明了我们坚守的许多真理并不是正确的，只是我们感到正确而已。他指出，想法和正确感之间的神经连接会随着时间增强，因为大脑会把那种正确感当作一种奖励。奖励获得的时间越长，联系加强的程度越深。伯顿的书生动和令人信服地解释和阐述了问题，没有进行任何粉饰。

《重新考虑：打破心智的固定习惯》

瑞·赫伯特

皇冠出版集团（2010）

当我刚开始从事科学写作时，瑞·赫伯特的著作是我写作的范本。清晰、平实的语言风格，以及对研究细节的注意，是对我这本书主题感兴趣的读者不可错过他的任何作品。《重新考虑：打破心智的固定习惯》全面地展现了启发法是如何影响思维。我向大家强烈推荐这本书。

《正常的另一面：正常、不正常行为背后的生物线索》

乔丹·斯莫勒

哈珀柯林斯出版社（2012）

正如那些科普作家推测的那样，现在的人们生活在一个“生物学的时代”，并且，乔丹·斯莫勒的书是最早支持这一言论的文献之一。斯莫勒用一种机智、易懂的语言，探讨了先天—后天方程的“先天”方面，还探究了一下生物实验中的高新技术工具。仅仅看一个人的脸，你能判断她下一步要做什么吗？精神病是天生的，还是后天形成的，两者有区别吗？是否存在着与生俱来的“胜利型人格”呢？斯莫勒在本书中调查了那些问题，以及其他的一些问题。这本书值得一读，并且你有必要在以后的日子里一读再读。

《大脑的使用手册：心脑研究的日常应用》

皮尔斯J.霍华德，PhD

巴氏出版社（2006）

如果说起对认知科学的详尽描述，很少有作品能与皮尔斯J.霍华德的不朽著作相提并论。如果你想开始阅读关于大脑的书，这本书无疑是个很好的选择。霍华德的著作基于研究大脑如何运转的实验，对于没有任何认知科学背景的读者来说，也很容易接受。

《人格》

丹尼尔·列托

牛津大学出版社（2007）

这可能是我读过关于人格的最棒的作品。在本书中，列托用简洁的语言、充分的论据来阐述这一主题。如果你对你之所以成为现在的样子感兴趣，它是一本很好的读物。

《心理学指南》

克里斯琴·贾勒特

简明指南出版社（2011）

克里斯琴·贾勒特是英国心理学会旗下研究文摘博客的作者，他会在博客中向大众普及最新的心理学研究。本书可以说是他最好的作品，它向那些从来不知心理学为何物的人们敞开了一扇通往心理学殿堂的大门。

《饱和的自我：生活中的身份困境》

肯尼斯J.格根

基本图书公司（1991）

肯尼斯·格根是最早提出“多重自我理论”的心理学家之一。他认为我们通过不同的“自我”来适应多样的社会和文化，这一观点被后来的认知科学研究证实。作为这个领域中的“重量级”书籍，《饱和的自我》到今天，依然是关于自我主题最值得阅读的书之一。

《意识究竟从何而来？从神经科学看人类心智与自我的演化》

安东尼奥·达马西奥，PhD

潘塞恩图书出版公司（2010）

许多人曾试图去解释意识，但时至今日，它依然是认知科学中最令人困扰的问题（也许是所有科学）。安东尼奥·达马西奥，世界上最杰出的神经科学家之一，在这场关于意识的讨论中发表了自己的看法并做出了巨大的贡献。如果你想要追踪最新意识领域中的成果，不妨阅读一下这本书。

《自我错觉：社会性大脑如何创造身份》

布鲁斯·胡德，PhD

牛津大学出版社（2012）

布鲁斯·胡德，布里斯托尔大学发展心理学教授，整理了大量的研究资料来证明，自我（尽管在个体体验中非常真实）其实是种有用的错觉，大脑需要它。但是，胡德指出，这种错觉不仅仅是由个体的大脑产生的，许多大脑共同作用的社交网络也对自我感觉产生很大作用。可以说，自我感觉是一个集体项目，因为它只有在社会环境下才能充分发展起来，并且在我们能够说话之前就出现了。这本书的伟大之处在于，它探讨了为什么在日常生活中，我们体验到的是“我”，却不是“我们”。

《大脑的描述性指南》

罗伯特·伯顿，MD

圣马丁出版社（2013）

许多脑科学的专家一致赞成，应该指出神经科学能够告诉我们什么、不能告诉我们什么。最近几年，一系列聚焦于大脑成像的学术出版物让公众陷入了一种盲目的欣喜——这些彩色的、多维度图片揭露了大脑的真相。专家的澄清很必要，波顿的这本书就起到了澄清的作用。波

顿不仅是神经学领域的领军人物，他还是少有的具有记者找寻真相直觉的传播者。对于任何想要了解神经科学故事背后的故事的读者来说，《大脑的描述性指南》都是一本很好的入门必读之作。

《社交商：人类关系的新科学》

丹尼尔·戈尔曼

矮脚鸡出版社（2006）

丹尼尔·戈尔曼，情绪智力的开山鼻祖和普及者，在本书中，通过神经科学和其他学科的交叉研究，在他早期情绪智力的维度上，又增加了一个有价值的维度。戈尔曼指出，类似于“社会传染”之类的心理社会动力系统，拒绝、孤独、嫉妒和其他影响因素塑造了我们的社会角色，其作用与诸如收入、事业、居住环境等有形因素同样重要，甚至比它们还要重要。

《灵魂之尘》

尼古拉斯·汉弗莱，PhD

普林斯顿大学出版社（2011）

汉弗莱的书是少有的科学性和艺术性完美结合的精品。对于任何想要进一步了解意识的突出特征的读者来说，这本书都是一个重要发现。汉弗莱没有用枯燥的文字一一列举意识的特征，而是采用一个类似于哲学冥想的方式，让我们对脑科学有着无限遐想。阅读下来，会让你极其享受。

《最熟悉的陌生人：自我认知和潜能发现之旅》

提摩西·威尔逊，PhD

哈佛大学出版社（2002）

《最熟悉的陌生人》可能是目前关于人类心智的最好作品之一。如果你检索一下研究意识悖论书的注释，将会发现它们都引用了威尔逊的成果。一句话，这是一部经典之作。尽管从外表看起来，它只是薄薄的一本，但在其中，威尔逊力图将关于意识的艰涩问题分解成简明易懂的各个章节，让没有心理学背景的读者也能够轻松读懂。读者们一定不要错过，我强烈推荐。

《哈佛幸福课》

丹尼尔·吉尔伯特，PhD

克诺夫出版社（2006）

我个人认为，吉尔伯特能够巧妙地将来源于复杂实验的艰涩主题解释的通俗易懂，并且保证学术水平不打折扣。《哈佛幸福课》就是他这种能力的证明，长久以来，《哈佛幸福课》都占据着最畅销心理学图书排行榜的前列。如果你真的想知道怎样才能感到快乐，那么你没有理由拒绝它。

《潜意识：控制你行为的秘密》

列纳德·蒙洛迪诺

潘塞恩图书出版公司（2012）

蒙洛迪诺在他的书中用深入浅出的语言表述研究结果，使他的每一本书都非常具有可读性，而这本《潜意识》则是他众多著作中最出色

的。不像其他人只是枯燥地介绍意识和潜意识问题，蒙洛迪诺在本书中深入地解释了潜意识的影响力，以及那种影响力无法觉察、难以克服的原因。到目前为止，没有别的书能比《潜意识》更好地解释为什么“我们不知道自己在想什么”以及为什么这个问题如此重要的原因。

《会讲故事的大脑》

维兰努亚·拉玛钱德朗

诺顿出版社（2011）

维兰努亚·拉玛钱德朗是少数像科学记者一样宣传知识的神经科学家之一。在《会讲故事的大脑》中，他为神经科学和其未来的发展方向提供了一个写作指导。他也向我们简略地呈现了一下自己研究的“幕后”——在最近的20年里，为帮助定格和定义神经科学所做的研究。如果你想要了解认知神经科学，没有比《会讲故事的大脑》更好的书了。对于那些想要进一步了解大脑如何工作的读者来说，一定要阅读这本书。

《这才是思维》

爱德华·德·博诺

兰登书屋（2010）

爱德华·德·博诺是一位充满策略的思维改造大师。许多术语，像是“心理挑衅”都是由博诺提出的，他主要关注的是个体和团体如何提高处理困难问题的能力，其很多研究成果已经被应用到商业中。我个人最喜欢博诺的一个观点，他认为解决问题不是最高效的手段。相反，追寻问题产生的点点滴滴，并想办法改变它们，往往会收到事半功倍的效

果。

《无意识商标：神经科学如何激励营销》

道格拉斯·范·普雷特

帕尔格雷夫·麦克米伦出版社（2012）

在本书中，普雷特通过充足的实验研究、独到的观点向读者展示了神经科学是如何影响营销的，他力图对读者进行培养，而不是变成一个“神经营销”的传道士。他认为，人类的文化历史已发展到一个特殊的时期，认知和行为科学能够在一个周期的基础上形成足以影响所有人的信息。不是从事营销的人可以通过这本书了解他们每天都要面对的上千次的影响力。

《至关重要的五元素》

汤姆·拉思，吉姆·哈特

盖洛普出版社（2010）

盖洛普组织进行了许多关于力量、才能、动机和人格的研究。我喜欢盖洛普出版的许多书，如果你想知道调查研究表明究竟什么才能让我们感到人生圆满，那你一定要将这本书列在书单中。不像其他的同类型书籍，《至关重要的五元素》以充分的论据为基础给出建议，具有相当的可操作性。

《谁说了算：自由意志的心理学故事》

迈克尔·加扎尼加，PhD

伊可出版社（2011）

什么是“左脑解释器”？这本将会告诉你答案的书，其作者是割裂脑研究的先锋者。在本书中，他回答了许多争论不休的问题，其中最引人注意的就是“我们是否真的有自由意志”。如今所有编写关于意识的作者，都会将加扎尼加的书列入必读书目，这本书当然也不例外。

《人人都是伪君子》

罗伯特·库尔茨班

普林斯顿大学出版社（2011）

罗伯特·库尔茨班不但是杰出的进化心理学家，还是一名优秀的作家。本书中，他解释了大脑中的矛盾体验，并有效地证明，所有人都自相矛盾，而且那还是我们大脑正常工作的基础。

《你的大脑几乎完美：我们如何做决定》

瑞德·蒙塔格

普卢姆出版社（2007）

瑞德·蒙塔格是一流的撰写认知科学新发现的作家，他主要致力于阐述人们在决策时，大脑发生的变化。对那些对决策过程感兴趣的人来说，他的书不可错过。

《你的创造性大脑》

谢利·卡森，PhD

乔西-巴斯出版社（2010）

我清楚地记得，当我不经意间读到卡森的书时，所体验到的那种纯

粹的快乐。自那以后，只要我有空，都会把她的书拿出来一读再读。卡森的书不仅仅用来读，还需要把书中的东西应用到实际生活中。如果缺少了应用，就大大降低了书的价值。和其他科学帮助类书一样，这本书也是以大量的实验研究为基础，并为我们如何应用已学到的知识列出了框架。不要从图书馆中借阅这本书，因为你会忍不住在页边做注释，把书页折起来。

■扩展的非小说类书籍

《洞察力：理解艺术、心灵和大脑中的无意识》

埃里克·坎德尔

兰登书屋（2012）

《资本主义与精神分裂症》

吉尔·德勒兹，加塔利

企鹅出版社（2009）

《焦虑和恐惧手册》（第5版）

埃德蒙J.伯恩，PhD

新先驱出版社（2011）

《猿和寿司师傅：灵长类动物学家的文化反思》

弗朗斯·德·瓦尔

基本图书公司（2001）

《谋略的艺术：一个博弈理论家对商场和生活获取成功的指南》

阿维纳什·迪克西特，巴里J.纳尔

诺顿出版社（2010）

《犯错使你变得更好：做错事带来的意想不到的好处》

阿丽娜·图镇特

河源出版社（2011）

《空白：对现代人性的否定》

史迪芬·平克

维京出版社（2002）

《灵魂的边界：荣格的心理学实践》（修订版）

琼·辛格

铁锚出版社（2004）

《专家顾问团：道德的神经基础》

帕特里夏S.丘奇兰德

普林斯顿大学出版社（2011）

《人才引进：技术和数码智慧》

马克·普林斯基

尔格雷夫·麦克米伦出版社（2012）

《人格障碍的认知疗法》（第2版）

亚伦·贝克，阿瑟·弗里曼和丹尼斯·戴维斯

吉尔福德出版社（2003）

《生活的准则》

刘易斯·芒福德

马里纳出版社（1960）

《破解意识之谜》

苏珊·布莱克莫尔

牛津大学出版社（2011）

《偶然反讽与团结》

理查德·罗蒂

剑桥大学出版社（1989）

《创造的勇气》

罗洛·梅

诺顿出版社（1975）

《关键冲突：如何把人际关系危机转化为合作共赢》

科里·帕特森，约瑟夫·格雷尼，罗恩·麦克米兰，艾尔·史威茨勒

麦格劳·希尔专业出版（2004）

《拒斥死亡》

厄内斯特·贝克尔

自由出版社（1998）

《巧克力爱好者有更可爱的宝宝：怀孕的科学》

耶拿·平科特

自由出版社（2011）

《情感机器：常规思维、人工智能和人类大脑的未来》

马文·闵斯基

西蒙与舒斯特出版公司（2006）

《逃离自我》

罗伊·鲍迈斯特

基本图书公司（1991）

《大脑进化：改变心智的科学》

乔·迪斯彭齐

人机交互（2007）

《反省的人生：哲学思考》

罗伯特·诺齐克

西蒙与舒斯特出版公司（1989）

《伯恩斯：新情绪疗法》

大卫·伯恩斯，MD

威廉莫洛出版社（1980）

《持续的幸福》

马丁·塞利格曼

自由出版社（2011）

《同伴影响力》

卡林·弗洛拉

双日出版社（2013）

《搞定：无压工作的艺术》

戴维·艾伦

维京出版社（2001）

《象与骑象人：幸福假说》

乔纳森·海特

基本图书公司（2005）

《平息愤怒的大脑：理解大脑如何工作帮你控制愤怒和激进》

罗纳德·波特埃弗龙

新先驱出版社（2012）

《隐藏的大脑》

尚卡尔·费檀多

施皮格尔出版社（2010）

《大脑绑架：如何在压力过大时释放自我》

朱丽安·福特，乔恩·沃特曼

资料库出版社（2013）

《大脑是如何运转的》

史迪芬·平克

诺顿出版社（1997）

《如何读，为什么读》

哈罗德·布鲁姆

斯克瑞伯纳出版社（2000）

《怎样像达芬奇一样思考》

迈克尔·葛伯

德拉柯尔特出版社（1998）

《大脑的隐秘档案》

莉达·卡特

多林金德斯利出版公司（2009）

《影响力》（第5版）

罗伯特·西奥迪尼

培生出版社（2008）

《保持冷静，坚持到底的小方法》

马克·赖内克

新先驱出版社（2010）

《爱的本质》

诺尔曼·布朗

加利福尼亚大学出版社（1990）

《心灵的地图》

查尔斯·汉普登·特纳

利特尔汉普登出版社（1981）

《最强大脑：对健康和智慧的挑战》

什洛莫·布雷斯尼茨，柯林斯·海明威

贝兰亭出版社（2012）

《沉思录》

马可·奥勒留（格雷戈里·海斯/译）

现代图书馆（2002）

《能让你快乐的化学物质：多巴胺、脑内啡、催产素、血清素》

洛雷塔·格拉齐亚诺·布莱宁，PhD

系统完整出版社（2012）

《上瘾大脑的回忆录》

马克·刘易斯，PhD

公共政策和企业事务出版社（2012）

《重塑大脑》

杰弗里·施瓦茨，MD；夏伦·贝格利

哈珀柯林斯出版社（2002）

《大脑真实性：大脑如何创建自己的虚拟现实》

罗伯特·奥恩斯坦，特德·德万

梅洛图书（2008）

《定见》

约翰·奈斯比特

柯林斯商业出版社（2006）

《道德明晰：给成熟的理想主义的指引》

苏珊·尼曼

普林斯顿大学出版社（2009）

《赤裸的大脑》

理查德·瑞斯塔克，MD

和谐出版社（2006）

《神经通路疗法：怎样应对愤怒、恐惧、痛苦和绝望》

马修·麦克凯和大卫·哈伯

新先驱出版社（2005）

《大脑总指挥：揭秘最具人性的大脑区域》

艾克纳恩·高德伯，PhD

牛津大学出版社（2009）

《心理控制术：改变自我意象，改变你的人生》

麦克斯威尔·马尔茨，MD

普伦蒂斯霍尔出版社（2002）

《夜晚很长：1938~1995论文集》

马丁·加德纳

圣马丁出版社（1996）

《乐观的偏见》

塔利·沙罗特

潘塞恩图书出版公司（2011）

《权力最终属于有自控力的人：哈佛大学心理学教授的自控力法则》

保罗·哈莫尼斯，MD；玛格丽特·摩尔

禾林出版社（2011）

《西方思想史》

理查德·塔纳斯

和谐出版社（1991）

《阻力最小之路：如何在生活中更有创造性》（修订扩充版）

罗伯特·弗利茨

贝兰亭出版社（1989）

《培养韧性：从容应对人生压力》

罗伯特·布鲁克思，PhD；山姆·戈尔茨坦，PhD

麦格劳—希尔出版社（2004）

《实用主义》

威廉·詹姆斯

多佛尔出版社（1995）

《心理综合：原则及技术手册》

罗贝托·阿沙吉欧力，MD

维京指南出版社（1971）

《贪婪的大脑：为何人类会无止境地寻求意义》

丹尼尔·博尔

基本图书公司（2012）

《重新调整：关于改变心理状态的惊人新科学》

蒂莫西·威尔逊

利特尔&布朗出版社（2011）

《大脑一天发生的事情》

朱迪思·霍斯特曼

乔西-巴斯出版社（2009）

《自尊：评估、提高和保持自尊的有效认知技术》（第3版）

马修·麦凯，帕特里克·范宁

MJF出版社（2003）

《性、生态、灵性：演化的灵魂》（第2次修正版）

肯·威尔伯

香巴拉出版社（2001）

《大脑健康指南》

阿尔瓦罗·费尔南德斯，艾克纳恩·高德伯，PhD

锐脑公司（2010）

《社会动物》

戴维·布鲁克斯

兰登书屋（2011）

《“偷”师学艺：10个你一定要知道的创意秘籍》

奥斯丁·克莱恩

沃克曼出版社（2012）

《思想与语言：人性之窗》

史迪芬·平克

维京出版社（2007）

《超级合作者》

马丁·诺瓦克，罗杰·海菲尔德

自由出版社（2011）

《津巴多时间心理学》

菲利普·津巴多，约翰·博伊德

自由出版社（2008）

《狂热分子：群众运动圣经》

埃里克·霍弗

哈珀永久出版社（2010）

《超意识解决之法：战胜抑郁、克服焦虑、重塑心智的简单之法》

马克·海曼，MD

斯克里布纳尔出版社（2008）

《大脑的用户指南：知觉、注意力、大脑的四个剧场》

约翰·瑞提，MD

潘塞恩图书出版公司（2001）

《智慧之路：哲学概论》（第2版）

卡尔·雅斯贝斯

耶鲁大学出版社（2003）

《我们未来的样子：心理综合学引起的心理和心灵成长》

皮耶罗·费鲁奇

杰里米·塔彻尔公司（2009）

《全新思维：决胜未来的6大能力》

丹尼尔·平克

河源出版社（2005）

《生存的意义：亚瑟·叔本华作品精选》

由理查德·泰勒编辑

连续出版公司（1967）

《威廉·詹姆斯作品集（1878~1899）》

威廉·詹姆斯

美国图书馆（1992）

《你不能代表你的大脑：改掉坏习惯、结束错误思维以及掌控生活的四步之法》

杰弗里·施瓦茨，MD；丽贝卡·格拉丁，MD

艾弗里出版社（2011）

《大脑探秘完全手册》

马修·麦克唐纳

波格出版社（2008）

第8章　小说和回忆录

在写扩展这部分的时候，不列出一些小说、传记和回忆录之类的作品是难以想象的，因为这些作品是公认的能加大扩展力度的动力来源。那些文字曾经向无数人传递着那些引人入胜的叙述，以后仍将继续。在你没有阅读它们之前，你可能都无法想象出它们将会对你产生什么影响。

我必须要重申一遍，这里的内容仅仅是个开始，只是小说、传记和回忆录类扩展资源的简短摘录。其中的任意作品都很有可能引领你走上多样的大脑改造之路。下面列举几颗闪亮在浩瀚文字天空中的明星。

《因缘际会》

迈克尔·科达

兰登书屋（1999）

《旅行回忆录》

威廉·沃尔曼

维京企鹅图书公司（1996）

《幻影书》（小说）

保罗·奥斯特

弗伯-费伯出版公司（2002）

《站间的日子》（小说）

斯蒂夫·埃里克森

西蒙与舒斯特出版公司（1985）

《日行者》（漫画小说）

法比奥·莫恩，加布里埃尔·巴

眩晕漫画（2011）

《拯救》（第10版）（小说）

詹姆斯·迪基

三角洲出版社（1994）

《德米安》（小说）

赫尔曼·黑塞（迈克尔·罗洛夫和迈克尔·勒贝克翻译）

哈珀永久出版社（1999）

《伊丽莎白·科斯特洛：八堂课》（小说）

约翰·马克斯韦尔·库切

维京出版社（2003）

《每一部爱情故事都有一段怪诞事：大卫·福斯特·华莱士的一生》（传记）

D.T.马科斯

维京出版社（2012）

《黑暗的心》（诺顿评论版本，第4版）（小说）

约瑟夫·康拉德

诺顿出版社（2005）

《无尽的玩笑》

大卫·福斯特·华莱士

利特尔&布朗出版社（1996）

《追寻逝去的时光（第1卷）在斯万家》

马塞尔·普鲁斯特（由查尔斯·甘尼斯·斯科特·蒙克利夫翻译）

现代图书馆（1992）

《神的生活》（短篇小说）

道格拉斯·柯普兰

口袋出版社（1994）

《罗素的故事》（漫画小说）

阿波斯托罗斯·杜克西阿迪斯，克里斯托斯·帕帕迪米崔欧

布鲁姆斯伯里出版公司（2009）

《黑暗中的人》（小说）

保罗·奥斯特

亨利·霍尔特出版社（2008）

《毛二世》（小说）

唐·德里罗

维京出版社（1991）

《鼠族1：我父亲的泣血史》

《鼠族2：我自己的受难史》（漫画小说）

阿特·斯皮格曼

潘塞恩图书出版公司（1986、1991）

《玫瑰的名字》（小说）

翁贝托·埃科

华纳图书公司（1984）

《茉莉人生：童年的故事》

《茉莉人生2：回归的故事》

《茉莉人生》（漫画小说）

玛嘉·莎塔碧

潘塞恩图书出版公司（2004、2005、2007）

《先知》（1926年复印版）

纪·哈·纪伯伦

马蒂诺精品图书（2011）

《暗流长征》（传记）

坎蒂斯·米勒德

双日出版社（2005）

《运行与猎物：查尔斯·布可斯基的读者》（小说和诗歌）

由约翰·马丁编辑

哈珀柯林斯出版社（1993）

《塞缪尔·约翰逊的主要作品》（散文、诗歌、信件、杂志）

由唐纳德·格林编辑

牛津大学出版社（2009）

《勿失良辰》（中篇小说）

索尔·贝罗

企鹅出版社（2003）

《日落号列车》（戏剧形式小说）

科马克·麦卡锡

骑马斗牛士出版社（2010）

《白噪音》（小说）

唐·德里罗

维京出版社（1985）

《冬日笔记》（回忆录）

保罗·奥斯特

亨利·霍尔特出版社（2012）

第9章　电影

下面这些电影之所以榜上有名，是因为其中的每一部都涉及意识的一个方面，那些方面假如离开了影像和声音，很难表现出来。同时也都是不可多得的佳作，很具有观赏性（不用担心，其中没有无聊沉闷的作品）。正如前面的扩展部分，这仅仅是个开始，有更多内容等待你去发现。

我详细阐述了10部影片，希望能够解释被挑中的影片究竟有何闪光之处。不过，如果有机会，你还是要好好地欣赏一下这些影片，光看影评，多少还是有些“镜中月、水中花”的感觉。

改编剧本（2002）

导演：斯派克·琼斯

这是一个剧中剧，在电影中，好莱坞编剧试图将小说改编成电影剧本，并把自己改编的过程再融入剧本中。可能这样的描述不是十分贴切，但是如果你能看看，就能明白我的意思。

巴塞罗那（1994）

导演（兼编剧）：惠特·斯蒂尔曼

我之所以提到这部影片，是因为其中的对话有意地展现了有意识的想法，如果不看影片，光看描述，你很难体会其中的精髓。这个导演还制作了另一个影片《迪斯科末日》，对其中的对话处理也采用了同样的方式。

潜水钟与蝴蝶（2007）

导演：朱利安·施纳贝尔

本片的主人公是一个非常成功的公众人物，但不幸的是，他突发重病，一下子失去了说话和活动的能力，全身只剩下左眼能够正常眨动。整部影片展现了一个安静的内心世界，我们跟随主人公一起，体会着单凭意识如何与这个世界互动。

勤杂多面手（2005）

导演：本特·哈默

改编自讽刺作家查尔斯·布可夫斯基的自传体小说，电影自始至终笼罩着困惑与绝望，从某种程度上，会引发观众的自我发现和自我实现。精彩的意识叙述更让影片锦上添花。

人狼大战（2011）

导演：乔·卡纳汉

本片的主演在电影中体验了从意识空间到无意识空间的闪回，并且导演将其完美地呈现在银幕上。随着影片的推进，观众将和主人公一起体验一场残酷的生存考验，以此来思考生命存在的意义。

惊爆内幕（1999）

导演：迈克尔·曼

男主角为了公众的利益，牺牲了事业、家庭，甚至还可能搭上性命。在影片中，导演将他的精神世界细腻地展现了出来。

万里追凶（2002）

导演：卡卢索

影片深入地剖析了主人公的人格变化。开始他只是想寻找灵魂，最后却不能确定他自己是谁，并且过上了一种新的生活，比他之前体会到更多生命的可能性。

西班牙囚犯（1997）

导演：大卫·马梅

人们是不是都像他们看起来的那样？当主人公陷入谎言和错觉的迷宫中时（通过演员痛苦的表演，慢慢地揭开他的身份），观众通过紧张又错综复杂的情节看到意识不断被颠覆。

血色将至（2007）

导演：保罗·托马斯·安德森

我之所以选择这部影片，是因为它拍得很隐晦，迫使观众自己构建主人公的内心世界，明白他除了明显的物质诱惑之外不择手段要成为石油大亨的动机。

香草天空（2001）

导演：卡梅伦·克罗

潜意识的力量是无穷的。如果你的生活能够重来，你希望做出哪些改变呢？你可能心里已经有了答案，但是在你给出答案之前，你应该问一问，你的潜意识能随心所欲地让生活倒带吗？这部电影就包含了这两个问题的可能答案。

■延伸的电影库

美国丽人（1999）

导演：萨姆·门德斯

猫屎先生（1997）

导演：詹姆斯·L.布鲁克斯

征服钱海（2000）

导演：约翰·史旺贝克

妙想天开（1985）

导演：特瑞·吉列姆

公民凯恩（1941）

导演：奥逊·威尔斯

英国病人（1996）

导演：安东尼·明格拉

暖暖内含光（2004）

导演：米歇尔·贡德里

大开眼界（1999）

导演：斯坦利·库布里克

搏击俱乐部（1999）

导演：大卫·芬奇

渔王（1991）

导演：特瑞·吉列姆

被禁锢的女孩（1999）

导演：詹姆斯·曼高德

心灵捕手（1997）

导演：格斯·范·桑特

罪孽天使（1994）

导演：彼得·杰克逊

暴力史（2005）

导演：大卫·柯南伯格

金梦（2011）

导演：维克拉姆·甘地

大卫·戈尔的一生（2003）

导演：艾伦·帕克

迷失东京（2003）

导演：索菲亚·科波拉

127小时（2010）

导演：丹尼·鲍尔

码头风云（1954）

导演：伊利亚·卡赞

小岛惊魂（2001）

导演：亚历桑德罗·阿曼巴

壁花少年（2012）

导演：斯蒂芬·切波斯基

澎堤池（2009）

导演：布鲁斯·麦克唐纳德

朗读者（2009）

导演：史蒂芬·戴德利

深海长眠（2005）

导演：亚历桑德罗·阿曼巴

肖申克的救赎（2005）

导演：弗兰克·德拉邦特

出租车司机（1976）

导演：马丁·斯科塞斯

12只猴子（1995）

导演：特瑞·吉列姆

飞屋环游记（2009）

导演：彼得·道格特，鲍勃·彼特森

非常嫌疑犯（1995）

导演：布莱恩·辛格

勇士（2011）

导演：加文·欧康诺

第10章　术语表

我从来都不是一个聪明的人。人们说我聪明，只是因为我思考问题的时间长一点罢了。

——阿尔伯特·爱因斯坦

在这一章中出现的定义不仅包括贯穿这本书的术语，还包含了一些关于未来元认知研究的提示以及一些相关的概念、人物和理论。考虑一下，将这个术语表作为额外学习的开端。

应变稳态（allostasis）——指的是系统对不断变化着的环境做出反应来维持平衡的倾向（见自稳态）。人类大脑始终处于应变稳态之中，因为它必须时刻适应瞬息万变的内外部环境，从而保护、恢复甚至提高自身的平衡状态。

空白意识（anoetic）——意识状态的最低级形式，并且只能局限于当下。举例来说，一只蚂蚁能够对当前刺激做出反应，却不能进行自我反思（自知意识），也不能参考一个由刺激产生的内部表征（知道感），蚂蚁的反应纯粹出于本能，不带有任何形式的内在的、有意识的反思。

注意力（attention）——把感觉聚焦在一个具体的刺激上的能力。人类大脑可以在某一时间将注意力完全集中在一个刺激物上。同时注意多个物体，对我们来说是个挑战，这样会增加犯错的几率，除非其中的某些刺激能够自动化地进行加工（例如，我们可以边开车边嚼口香糖）。

注意力密度（attention density）——投入到大脑中一个特殊回路

的注意力的数量和质量。举个例子，有了集中的注意力，大脑将会以全新的形式启动神经元。倘若这种专心保持一段时间，这类神经元连接就会发生变化，在大脑中永久地保存下来。

自动化（automaticity）——无意识使用的一种“捷径”，保证行为不需要心理加工。关于它有个经典的例子——“路上的蛇”，讲的是，当我们看见路上形似于蛇的物体时，不等做出肯定判断就会自动跳开。我们不必特意去考虑之前的行为，因为它是通过大脑在环境中识别的模式而无意识诱发的。

自动思维（automatic thoughts）——产生于无意识的想法。

自知意识（autonoetic）——意识的最高级形式，是自我反思和自我认知的缩影。

基底核（basal ganglia）——是包埋于大脑髓质中的灰质团块，深埋于大脑基底部的复杂回路，负责微调与协调运动，在有意识动作前活化。

盲视（blindsight）——尽管没有有意识的视觉体验仍能对视觉刺激作出反应的能力，常出现在某种形式的脑损伤之后。

组块（chunking）——大脑从没有规律的数据中提炼出信息并对信息进行组合的模式。学习或记忆的单位就是组块。

认知行为疗法（cognitive behavioral therapy，CBT）——是一种通过调整思考环境因素（压力、人际关系、时间约束、瘾源等）方式来改变人们的情绪反应的实践活动。这种思想流派的创立者是心理学家艾伦·贝克。

认知扭曲（cognitive distortions）——在认知心理学中，认知扭曲指的是那些被夸大的或者不合逻辑的想法。驳斥这些想法的过程被称作“认知重建”。

陈述性元认知（declarative metacognition）——注重事实和实际概念的元认知，与理论的或抽象的概念相反。

辩证行为疗法（dialectical behavioral therapy，DBT）——把专注力作为核心概念的一种治疗形式（有时也用作元认知的同义词）。用辩证行为疗法的说法就是，专注力帮助人们接受和包容因面对困难而产生的不安情绪。

自我失调（ego-dystonic）——自动化想法不能与个体的自我意识保持一致的状态。

自我对称（ego-symmetric）——面对自动化想法，既不选择自我协调，也不选择自我失调，而是从那些想法中脱离出来，并改变普遍的默认反应的状态。

自我协调（ego-syntonic）——自动化想法与个体的自我意识保持一致的状态。

具身模仿（embodied simulation）——这个理论试图解释个体在观察他人活动时通过镜像神经元使大脑发生的变化（见镜像神经元）。个体在大脑中将他人的活动具体化了，换句话说，形成了一幅映射出他人活动背后暗藏的脑图像的神经脑图像。

文化情绪理论（enculturated emotion theory）——该理论认为，人们的情绪意识大部分依赖于他成长的文化环境。

认知的（epistemic）——描述解决一个认知任务时的感受。比如知道和忘记的感受、自信和不确定的感受以及舌尖现象。

外感受性（exeroception）——一个人是如何脱离自己的身体来感受外部世界的（相对于本体感受和内感受知觉来说）。

知晓感（feeling of knowing，FOK）——评估元认知觉察的两种主要手段之一（另一种是学习判断），当描述一个事物时，个体确定自己能够回忆起这个事物的程度。它不是真的回忆，而是关于回忆的感受。例如，让某人说出一个以错综复杂的街道分布而闻名的城市，她会说“她好像知道”，一旦在地图上指出意大利、威尼斯，这种感受就会得以确定。“舌尖现象”就是这种知晓感的典型例子。

前脑（forebrain）——人脑的主要部分，包括端脑、视丘和下视丘。

赫布定律（Hebb’s rule）——以唐纳德·赫布命名的定律，主要描述的是神经可塑性的基础，“一起受到刺激的神经元会联成网络”，赫布定律对于了解人类大脑是如何接受新的信息并形成网络来说至关重要。

高阶思维（higher-order thinking，HOT）——高阶思维涉及对复杂的判断技巧的学习，包括批判性思维和问题求解。

内稳态（homeostasis）——一个系统的内部平衡状态。人类大脑在进化中不断地寻求内稳态，而不是太多或极少压力的极端的情况。

岛叶皮层（insular cortex）——也称作“岛叶”，它是位于颞叶和额叶之间的深壑。

意向性（intentionality）——意向性指的是大脑表征或代表事情、

属性和事件状态的能力。说得更具体一点，是表征其他个体心理状态的能力。“意向性水平”指的是我们假设他人心理状态的能力。一阶意向性是反思自己思想（或心理状态）的能力，二阶意向性是假设他人心理状态的能力，三阶意向性是他人假设第三方心理状态的能力，四阶意向性是指对正在假设第四方心理状态的第三方人的心理状态进行假设的人的心理状态进行假设，依次类推。研究认为，只有人类才具有三阶及三阶以上的意向性，最高可达六阶。而非人类的灵长类动物，似乎只拥有一阶和二阶意向性。

内感受知觉（interoceptive awareness）——对内部身体功能的知觉。“内感受器”指的是专门的感觉神经接收器，感受并对来自于身体内部的刺激做出反应。

内省错觉（introspection illusion）——所谓的内省错觉是指，我们认为自己能够完全洞悉发生在无意识中的动态过程。但是事实上，我们仅仅能够了解发生在意识空间内的活动。换句话说，内省仅仅局限于意识空间。

Ipsundrum——心理学家尼古拉斯·汉弗莱提出的一个术语，指的是当大脑产生一个假设的图像，对一个未知来源的感觉刺激进行反应时创造的东西。这个假设的图像就叫做“Ipsundrum”。

学习判断（judgment of learning，JOL）——元认知觉察的两大主要评估手段之一（另一个是知晓感），确定个体是否通过元认知锻炼来提高学习新信息的能力。有研究表明，做出已经学习过信息的积极判断确实能够促进真正的学习。

左脑翻译器（left-brain interpreter）——由神经科学家迈克尔·加扎尼加（Michael Gazzaniga）提出的术语，指的是左脑通过使新信息与之

前的经验相符，构建解释赋予世界意义。左脑解释器试图把接收到的新信息合理化、普遍化，从而使过去和现在保持一致。

元认知（metacognition）——从字面上来看，元认知意为“对思维的思考”，指的是人类所独有的从一种心理分离的角度对思维过程进行反思的能力。这种能力产生于前额皮层（人类大脑最后才进化出的部分），而前额皮层常常扮演着高阶意识思维控制中心的角色。

元认知觉察（metacognitive awareness）——指的是人体发展元认知能力所到达的程度。个体的元认知觉察能力越高，他越能从有意识思维过程中分离出来，在其进入行为阶段之前，对思维进行评估。

想象力（metaphor quotient，MQ）——由作家丹尼尔·平克提出的术语，指的是个体了解和加工比喻的能力。

元表征（metarepresentation）——使心理表征视觉化的能力。常常与“心理理论”和“心理剧场”等术语一起使用。

中脑（midbrain）——另一种英文表达方式为“mesen cephalon”，是位于前脑和脑干之间的人脑区域。主要涉及类似于眼球运动和身体运动以及二者与视觉、听觉等感觉线索结合后的控制。包括基底核部分。

专注力（mindfulness）——辩证行为疗法的核心，帮助个体观察、评估和更好地容忍情绪状态。与元认知紧密相连，在某些情况下，这两个术语可以相互替换。

心灵之眼（mindsight）——由心理学家丹尼尔·西格尔提出，“心灵之眼是我们把注意力集中于内心世界本质的方式。通过它，我们将意识集中于自身，集中到思想和感受上。借助心灵之眼，我们能够聚焦于他人的内心世界……它是我们洞察自身，与他人获得同感的方式。”

镜像神经元（mirror neurons）——一类很有特色的神经元，在个体做出一个动作或者个体看到他人做出相同或类似的动作时都会放电。例如，当某人看到另一个人哭时，镜像神经元就会发挥作用，使他也感到悲伤。研究者认为，镜像神经元是同情心的必要因素。

幼态持续（neoteny）——幼时的特征长时间地存在于一个物种的成年期。举例来说，人类通过在成人期保留襁褓时的大头和无毛等特点来展现幼态持续。

神经反馈（neurofeedback）——从理论上讲，在某一特定时间，关于神经功能的信息能够用在神经反馈训练中，保证人们改变他们的思维和行为结果。类似于生物反馈，神经反馈将相同的原则适用于所有的身体功能。举例来说，早上当你踏上体重称时，你正在接收一种关于你身体的生物反馈。当个体正在接受核磁共振扫描时，他们通过接收关于特定神经功能的大脑成像来接收信息。

神经可塑性（neuroplasticity）——为了回应我们的所做所感，大脑改变自身的方法的集合。神经可塑性与“我们能够改变自身思考的方式”的理论一脉相承。

新的无意识（new unconscious）——相对于弗洛伊德提出的“无意识”，现代认知科学中所使用的无意识有着很大的不同。尽管他对这一领域有着卓越的贡献，但是鉴于近半个世纪以来的研究成果，他的无意识概念已经不太准确。

理智（noetic）——一种半意识状态，处于这种状态之下时，会做关于内部表征的判断（例如，看到一只熊时，会引出先前学习到的内部判断，即熊是危险的。）

相对历程论（opponent process theory）——情绪的相对历程论指的是情绪反应会相互进行平衡。例如，大喜过后，根据相对历程理论，人体可能会体验到挫败（正如在药物和酒精成瘾中出现的情况）。该理论与心理学家理查德·所罗门的工作联系紧密。

前额叶皮层（prefrontal cortex）——额叶上最前端的大脑区域。主要涉及计划和包括元认知在内的其他高级认知。

感知（perception）——对感觉输入（见感觉）来源的觉知。感知是种主观能力，因为每个人感知到的可能都与他人存在区别。例如，两个人同时穿过一片森林，突然听见一块很大的石头撞击树的声音。一个人可能把这理解为偶然事件（这块石头可能从附近的山上滚落下来），但另一个人却理解为有人蓄意为之（对路过的人的一个警告）。

语音复原效应（phonemic restoration effect）——一种知觉现象，在某种特定条件下，大脑能够幻化出从一段语音信号中缺少的声音，并清晰地听到它。当语音信号中缺少的音素被白噪音代替时，这种效应便会发生，我们的大脑会把缺少的音素补齐。这种效应如此强烈，以至于听者甚至都不知道有音素缺失。这种现象常常出现在有强烈背景噪音的谈话中，有了强噪音的干扰，使得人们很难清楚地听到发出的每一个音素。这种效应受到不同因素的影响，例如，年龄和性别。

实用主义适应（pragmatic adaptation）——大脑要不断适应着瞬息万变的内部世界和外部环境（包括生活的社会与文化环境，也见应变稳态）。

本体感受（proprioception）——本体感受是指肌、腱、关节等运动器官本身在不同状态（运动或静止）时产生的感觉（例如，人在闭眼时能感知身体各部分的位置）。

心理免疫系统（psychological immune system）——对于人类心理韧性的一个比喻。从理论上来说，心理免疫系统保护我们不受创伤和其他负面情绪事件的伤害。

量子芝诺效应（quantum Zeno effect）——量子物理中的术语（由德克萨斯州大学的乔治·苏达山和拜迪亚纳特·米斯拉在1977年提出），被扩展至神经科学中。精神病学家杰弗里·施瓦茨对其下了一个简要的定义："应用于神经科学的量子芝诺效应表明，集中注意力的心智活动可以停留在与关注点相关的大脑回路上（例如，疼痛和疼痛缓解）。把注意力集中在心智体验上维持住了与体验相关的大脑状态。这意味着如果一个人把注意力集中在某种体验上，与体验相关的大脑回路便会保持一个动态的稳定状态。

网状激活系统（reticular activating system，RAS）——这个大脑区域充当着大脑皮层与边缘系统之间的拨动开关的角色。当大脑皮层充分发挥作用时（创造、计划、解决问题），网状激活系统就会减少或叫停边缘系统的活动（应对压力、战斗或逃跑）。但当大脑处于极端的压力下，网状激活系统就会关闭大脑皮层的功能。

科学帮助（science-help）——从可靠的、以实验为基础的发现中得出有用结论的一种形式。那些发现源于多个领域，包括心理学、神经科学、经济学、生态学、传播学、企业管理和市场营销等。

脚本（scripting）——在心理学中，脚本指的是先前已经自动化的行为，不需要有意为之就能影响后来的想法和行为（例如，像一个"剧本"一样在心智中运行的无意识归纳学习）。

自我效能（self-efficacy）——指的是个体相信自己能够成功地做成某事。一个人的自我效能在促使个体达到目标、面对挑战时起很大的作

用。自我效能的概念以班杜拉的社会认知理论为基础，该理论强调观察学习和社会体验，在人格发展中起到了重要的作用。根据班杜拉的理论，具有高自我效能感的人更倾向于克服困难，而不是逃避现实。

自我意象（self-image）——即个体的自我概念，包括对自我品质和个人价值的评估。

感觉（sensation）——当一个刺激作用于感官的感受细胞时，启动的低级生物化学和神经活动的功能，是感知前的心理状态。

sentition——由心理学家尼古拉斯·汉弗莱提出，指的是被个体心智监控的感觉。举例来说，当你看到红灯亮起时，对灯的“红色”的内化反应引起了一种内在感觉。你的心智常常在监控这类内在感觉，这种监控活动就是“sentition”。

幸福感定点论（set-point theory of happiness）——每个人对于幸福，都有一个不同于他人的内在标准。有些人的标准很高，有些人很低，另一些人则处于中游。无论我们体验过怎样的高度和低度幸福，该理论认为我们最终将回到一般的幸福水平。

信号检测论（signal detection theory）——对具有强度比例的刺激（例如噪音的大小）和你的生理、心理状态（例如你的警觉性高低）进行探测的能力或可能性。

生存价值（survival value）——机体和行为为增加其生存和繁殖概率所带来的价值（例如，人类的高阶意识和元认知能力都具有极高的生存价值）。

心理理论（theory of mind，TOM）——主要用来解释我们怎样把心理状态归因于他人以及我们如何利用先赋状态来解释和预测他人的行

为。除了儿童早期，人们在各个阶段几乎都能使用这种技术。有时，与“元表征”和“心理剧场”等术语一起使用。

舌尖现象（tip-of-tongue state）——没能从记忆中成功地提取出词汇，同时伴随着一种即将能从记忆中捕捉到这个词的感受。舌尖现象是关于“认知的感受”和“知晓感”的例子。

附录

附录A　什么是科学帮助

自从我出版了《疯狂行为学：来自猩猩的你，为什么总会失去理智》这本书，经常有读者希望我能详细阐述本书绪论部分提到的“科学帮助”一词。

其实，我用这一术语来区分关于心智和人类行为的两种写作方法。“方法”是关键，因为我对书的类型不感兴趣。如果你随便浏览一下书店的自助类书籍，会发现种类非常繁杂，你可能在励志演讲书旁边发现人际关系学方面的书。要辨别用来分类的方法非常困难，尤其是在一间大书店，这会是个浩大的工程。

事实上，“科学帮助”也并非好书坏书之间的基准线，自助是个很宽泛的领域，其中也不乏深刻、有分量的好书。有三本自助书是我非常喜欢的，并且直到现在我仍然认为这三本是我藏书中最好的。它们分别是丹尼尔·吉尔伯特的《哈佛幸福课》、乔纳森·海特的《象与骑象人：幸福的假设》以及米哈里·契克森米哈赖的《专注的快乐：我们如何投入生活》。

我能够明白那些书属于自助范畴的原因，但是这并不重要，真正重要的是人们在众多书目中发现并阅读它们。与书是如何被分门别类相比，它们是如何影响人们的生活则重要得多。尽管我不认为那些书是自助类书籍的代表作，但是它们或多或少体现了自助类书的部分特点，我们不能对自助类书籍全盘否定。

我想要通过科学帮助传递给人们的是，我们中的一些人所写的关于

心理学或认知科学方面的书的内容可以应用到日常生活中。但是，从科学到应用要走一段漫长的路。用我自己的经历举个例子，在过去的三年里，我一直在阅读和撰写心理学、行为科学和神经科学方面的最新研究，并和这些领域的领军人物保持交流，以获悉最新的研究动向。而在此之前，我花了超过15年的时间潜心从事社会科学方面的研究，原因仅仅因为我热爱它。

科学帮助首先是由科学定义的。从科学中提炼出可应用的教程必须是个很谨慎的过程，我们不得不谨慎处理所要陈述的内容，因为我们所提供的教程大多以高相关为基础，但高相关并不代表直接的因果关系。“科学第一”的方法意味着我们不能给出绝对正确的结论，却能提供根据科学实验结果得出的建议。

大多数人太过倾向于依靠某种特定的模式来获得更好的生活。在最近的几十年里，自助为宣扬那种模式的书提供了广阔的平台，但读者们从琳琅满目的自助书中收获甚少。

科学帮助跳出了这个舞台，并发出疑问，“人们写那类书的真正目的是什么？”如果答案是希望人们能从他们发现的知识中长期获益（而不是在读着优美文字的那一刻感觉良好），那么作者们就有责任在动笔之前进行艰辛的科学探索。

最近有读者问我，科学帮助是否应该成为书店中一种新的类别。这是个很有趣的想法，并且我相信有相当数量的科学帮助类书籍可以把这个类别发扬光大。然而，不管这是否成真，重要的是读者们学会了区分和判断书的类别。

我个人认为，市面上已经有太多关于奥秘和模式的书，人们需要更多地使用对深奥科学著作的合理分析。自助取向过度渲染了效果，很多

事情它根本解决不了，而科学帮助方法尽管没有做出任何承诺，却给出了可能会使人们受益的关于人类思维和行为的新见解。简而言之，以上就是科学帮助包含的全部内容。[1]

附录B　为什么我们需要实用科学

自从我开始为一些出版物撰写科学题材的文章，我不经意间发现自己有时在讨论科学在发现真相上的作用。有一个观点暗藏在那些激烈的讨论背后——人们对科学的期望过高。

这个观点有着两个极端的来源。首先最明显的是神学。根据这种来源，科学已经被错误地当成了神学的替身，我们对科学的信仰其实是对一种更强大力量的信仰。如果人类一开始就受到来自造物主的制约，那么，究竟是什么使我们认为能够凭借科学陈腐的解释力量去冒充所谓的王者？就好像爬上大本钟向天空射箭一样，这不单是自大，更是对上帝的不敬。简单的崇拜让我们变得盲目。

观点的另一个来源是后现代无神论。从这种来源来看，跟前者一样，科学同样代替了上帝的位置，但是又因为一开始上帝就不存在，所以科学和它代替的事物一样，只是一个空壳子。在某种意义上，这种来源比神学更加批判科学，科学能把我们从战争、宗教冲突、疾病和灾难中拯救出来吗？科学至多能够治愈感冒，却不能使人类避开初始的野蛮，历史上的血腥时期就是它失败的证明。

这两种来源有着共同的敌人，我称之为“科学的强硬位置”，就是通常意义上所说的“科学主义”。这个强硬位置意味着全或无：科学要么是能够揭示所有真相、引领我们走向美好未来的最高级科学，要么什么都不是。但是，无论如何，我们必须尊敬科学，因为只有它，才能引领我们去想去的地方，获得想得到的东西。它同其他获取知识的途径截然不同，因为其他途径或多或少都带有一点主观性或偏见，只有以经验主义为基础的科学才能发现客观的真相。

然而，值得一提的是，就我个人而言，我没有看到谁能够完全把握住科学至上的原则，也很少读到以这个为视角的书。总的来说，这有点像个稻草人靶子，就像无神论者把所有的基督徒都当成是憎恨科学的基要主义者。

我个人认为，稻草人靶子还有另一个替代物——“科学的实用位置”（这里我不会使用“温和”这个词，因为它代表的意思不适合此处）。“科学的实用位置”是将科学作为发现我们在这个世界乃至整个宇宙中所处位置的最好工具之一。科学是我们发现真理最有效的工具，但绝不是唯一的工具。逻辑学、哲学和人类学也都以它们独有的方式丰富人们的知识，扩大理解范围，帮助人们生活得更好。

这个实用位置不需要科学，不需要任何科学家。引用实用主义哲学家理查德·罗蒂的话（他改述了丹尼尔·丹尼特的话）就是，所谓的能将人从他自身位置上移开，置于一个能看到事物“真实面貌”位置上的神奇“天钩”，根本不存在。人类总是有着偏见的倾向，并且尽管我们试着从不同角度看世界，却依然是借助我们自己的眼睛。

因此，我们才需要一种叫做科学的工具。一个人没有办法移动巨石，但是有了正确的工具，却能够完成不可思议的事情。有了科学这个工具，我们可以完成超越有限能力的事情。但是，它不是一个完美的工具，也不能解决所有困扰着人类的问题。但是同人们用来探索世界的其他方式相比，它可以算得上是最好的一个。

为了回应那些把态度强硬的稻草人当作目标的人，我们可以提出这样的问题，如果没有科学工具，我们现在会怎么样？举个例子来说，对于那些依然威胁人类生命的疾病，某些病可能因为坚定的科学探索而被治愈，或者得以缓解。还有，对于那些因为人类而遭受灭顶之灾的物种

来说，有些物种可能因为人类更好地了解了自然界或是人类行为的影响力而受到保护。

这样的例子实在是难以计数，但重点都是一样的，只要我们生存在这个世界上，我们就不可能摆脱种种问题。但是，只要将科学置于我们的工具箱中，我们就有办法应对其中的许多难题。

把稻草人作为靶子引起了一片争论之声，但当涉及要找出一个具体的、能代替科学解释和教化作用的工具时，也无从找起。如果神学和后现代无神论能够扩展我们的认识、提高生存质量，那么我们绝对有理由像珍视科学一样去珍视它们，但事实是，它们做不到。

相反，科学才是光明大道，但它不是唯一的道路。然而，没有科学这一工具，我们难以走远。甚至，我们可能早已进入了一个死胡同。[2]

附录C　科学交流的挑战

（为什么科学家和记者总是不能和平共处）

几个月前，我偶然间看到一篇博文，其作者是一位声望显赫的科学家，主旨是他最近一次接受记者采访也是最后一次。他的话在记者的报道中被严重歪曲，以至于他强调，他不会再为伪大众科学做任何事情。很显然，他怒不可遏，而且理由充分，那篇报道不仅使他名誉受损，而且也没体现他所讨论的研究重点。

那件不愉快的事触及在科学家和记者之间酝酿已久的一场讨论，最近，它浮出了水面，表现在博客、微博和Facebook的帖子上。在某种意义上，争论永远不会结束（因为这些辩论从未结束过），而且这场讨论涉及的不仅仅是争论的双方。讨论着重于大众所接受的科学知识究竟是更好还是更差。并且，如果你认为公共教育很重要，那么你肯定知道相关的风险并不小。

我同争论的双方都有过交流，有着深刻的体会。虽然科学家很少贬低所有的记者，但是平心而论，大部分科学家都对记者持怀疑态度。并且记者尽管不喜欢，但也习惯了被科学家怀疑。

而他们把科学家的怀疑归咎于从事技术类学科而形成的人格。正如一位喜欢挑剔细节的工程师告诉我的：“即使你没有犯错，我也忍不住去纠正你。”简单来说，那就是记者所谓的技术/科学型人格，至少记者们是这么看的。

如果这场讨论真是那么简单纯粹，我们可以把它撇在一边，只当是专业人士之间的一场古怪比赛。但事实不是这样，这场讨论涉及的问题

比人格类型问题和语气问题要严重得多，就我看来，最棘手的就是不信任。

科学家之所以不信任记者是因为市场需要往往会影响报道的内容。如今，网络新闻正在占据传统新闻业原有的市场份额。许多记者被迫成为少量仅存的新闻集团的雇佣兵。在市场环境下，记者想要生存下来，必须承受巨大的工作压力，在特定的时间内制造出数量惊人的新闻。

甚至在网络新闻风行之前，记者对新闻内容的审核也日益宽松。为了保住工作，记者不得不在原有素材的基础上添油加醋，来吸引大众的眼球。

在这个漩涡中，作为记者素材来源的科学家们，越来越担心记者会为了吸引读者而降低他们的发现的真实性。使新闻有吸引力常常意味着要掩盖关键性区别，比如说联系和起因之间的区别（联系从来不像起因那么有吸引力）。

同样的，记者们常常会故意漏掉科学发现的周边环境，或者前提条件。研究中不太确定的结论在报道中却神奇地变成了“A＋B＝C”。如果科学家只是说会大范围地应用发现的成果，到读者看到报道时，很可能变成了应用已经产生了巨大的影响。

但是，从另一方面说，记者怨恨那些批评总是不公平地诋毁他们的职业。事实上，对主要聚焦于科学话题的作家来说，“回答正确”从来都不是学术练习，它是一种真诚的愿望。任何一位严谨的作家都会认真对待选定的主题。

当然，那并不意味着科学记者们总是能够“回答正确”。但是据我所知，许多记者都承认这一事实，并且他们和科学家一样对此感到苦恼。

与此同时，一些科学家也会夸大一下研究成果。当一个略显夸张的科学家碰上了一个草率成事的记者，就会引起一场巨大的风波，比如疫苗会引起自闭症这类报道。

长久以来，许多记者总是这样回击科学家，“如果没有记者的传播，很少有人会了解科学家的研究。”然而，这种说法完全不适应于这个信息高速发展的时代。许多科学团体开设了自己的博客，向大众普及科学知识；而一些制作精良的科学杂志也慢慢地出现在当地书店的书架上。

谢天谢地，好歹还是有个折中之法。一些科学家和记者选择了“相信，但是要核实”。我相信这是我们期望能够得到的最好结果。科学家有权知道他们的工作成果将会以怎样的面貌呈现在世人面前。如果他们对记者抱以完全的信任，相信他们能够很好地把握主题，那么记者也应该投桃报李，在使报道生动吸引的同时，力求最大程度的真实性。那就意味着记者要检查、再检查，确保科学家的工作成果得到尊重。

当事双方都有自己应做的事情。当科学家和记者各自扮演好自己的角色，相互信任时，优秀的有事实依据的报道就诞生了。你可以去读读卡尔·齐默、耶拿·平科特、瑞·赫伯特、瑞贝卡·斯克鲁、戴维·多布斯等人的作品，领略一下杰出的科学成果与优秀的作者碰撞出的耀眼火花。

附录D　向大脑改造之父——威廉·詹姆斯致敬

尽管要在众多伟大的先哲中选择一个为我们对适应性大脑的理解做出突出贡献的是件很难的事，但是在这节我仍然要向一位先驱致敬，他就是威廉·詹姆斯（见图D—1）。



图D—1　威廉·詹姆斯

（1842年1月11日—1910年8月26日）

詹姆斯成功地诠释了何为“超越时代”。在神经系统科学为类似于“自动化”这种概念提供科学支持之前，詹姆斯已经写出了关于它们的文章。同时，他也是实用主义之父，实用主义是本书以及其他专注于用实证来追求“什么起作用”的书的哲学基石。

下文是对詹姆斯著作的一个总结，方便读者参考阅读，感受他的智慧之光。

■威廉·詹姆斯的著作

◎著作集

1.Frederick H.Burkhardt，ed.The Works of William James.Cambridge and London：HarvardUniversity Press，1975.

2.William James：Writings 1878-1899.New York：The Library of America，1992.

3.William James：Writings 1902-1910.New York：The Library of America，1987.

◎个人文集

1.Essays in Philosophy.Cambridge and London：Harvard University Press，1978.

2.The Meaning of Truth.Cambridge and London：Harvard University Press，1979.Originally published in 1909.

3.A Pluralistic Universe.Cambridge：Harvard University Press，1977.Originally published in 1909.

4.Pragmatism.Cambridge：Harvard University Press，1979.Originally published in 1907.

5.The Principles of Psychology，Vols.I and II.Cambridge：

Harvard University Press，1981.Originally published in 1890.

6.Some Problems of Philosophy.Cambridge and London：Harvard University Press，1979.Originally published in 1911.

7.Talks to Teachers on Psychology；and to Students on Some of Life's Ideals.New York：HenryHolt，1899.

8.The Varieties of Religious Experience.New York：Longmans，Green，1916.Originally published in 1902.

9.The Will to Believe and Other Essays in Popular Philosophy，Cambridge and London：Harvard University Press，1979.First published in 1897.

◎随笔

1.“Philosophical Conceptions and Practical Results，”1898.Contained in Pragmatism，pp.255-70.

2.“Remarks on Spencer's Definition of Mind as Correspondence，”first published in the Journal of Speculative Philosophy，1878.In Essays in Philosophy，pp.7-22.

◎书信

1.The Correspondence of William James.Ignas K.Skrupskelis and Elizabeth M.Berkeley ed.12 volumes.Charlottesville and London：University Press of Virginia，1992.

2.The Letters of William James：Edited By His Son，Henry

James.Boston：Atlantic Monthly Press，1920.

3.Selected Letters of William and Henry James.Charlottesville and London：University Press of Virginia，1997.

后记

作者大卫·迪绍夫生活在一个高速发展、人类大脑受到科学和文化交互影响的时代，承受着自己的言论不断被人们生活检验的压力。《元认知：改变大脑的顽固思维》这本书，是大卫·迪绍夫的处女作《疯狂行为学：来自猩猩的你，为什么总会失去理智》的后续，但又做出了重要的突破，它将读者从模糊的自助解决方式中释放出来，进入一个新的领域——科学帮助（迪绍夫在第一本书中提到了这个术语）。

在《疯狂行为学》这本书中，迪绍夫用一系列确凿的科学事实证明了一个有点令人沮丧的命题，即人类大脑在自然选择的过程中，不可必免地会犯错误，而且人们往往不自知。更糟糕的是，在社会环境下，对那些心智缺陷的集体忽视（技术创新和进步使其加剧）导致了一些文化的随意组合，并交由规则和限制来进行统治，而这些规则和限制通常都难以把握，最后只剩下遵从。换句话说，迪绍夫的第一本书是关于当面对文化刺激时，我们的大脑会遇到哪些问题，并且他用进化的解释向读者展现了一个毋庸置疑的事实：人类生存的质量，以及随之而来的在更宽广的社会环境下对幸福的追求，受到了大脑预先设置的严重束缚。

在本书中，作者为这个进化困境提供了一个可能的解决途径。他引入了元认知、有意识的自我叙述、实用主义的适应等新颖的概念，给予了人们希望，大脑本身是个奇迹，它有能力避免那些自身设置的缺陷。并且，迪绍夫引用了许多现代科学发现来支持这一观点。迪绍夫成功地使读者相信大脑具有认识自身缺陷的能力。同时，他拆解了与文化刺激的内在系统有关联的复杂模式，那些文化刺激直接影响了许多人类典型的自我毁灭性行为。一个读者反映，他精通计算机的女儿读了《疯狂行为学》这本书后，惊叹：“作者向我展示了如何开辟一个自身的子回

路。”

但是，对于迪绍夫乐观地认为人类有能力克服大脑与生俱来的自我毁灭的回路缺陷这一点，我不得不提出一个严重的警告。他的整个假设都建立在过度人性化的意识上，他认为个体必须采取直接行动去应对他们自身的认知行为偏好。

在这个部分中，迪绍夫没有考虑到一种通常的情况，大多数人沉溺于惯性和自然倾向中，选择了最危险的道路。

正如半个多世纪以前，沃尔特·李普曼说过的那样：

人们经常说要成为自己灵魂的主宰。但实际上这很难做到，只有一小部分英雄、圣人和智者，在他们人生的某个特定阶段真正驾驭了自己的灵魂。而大多数的人，在体验了一点点自由的滋味之后，更喜欢通过努力得来的名利。

我们暂且把警告置于一边，迪绍夫的乐观在本书中随处可见，他的解决之法有着坚实的科学基础，听起来像对人类内心的诗意充满向往。并且，迪绍夫鼓励他的读者采取行动，在任何文化环境中，去追求一个理性的人能够接受的任何热情。

如果有人想要知道迪绍夫如何实现他对这个解决之道的承诺，只需要看看他的日常生活。某天，也许你会发现他坐在最钟爱的街角咖啡店，面前的桌上摆满了书和研究资料，而他则埋头其中，为他下一部书、文章或者博文做准备。

“伴随着后现代主义”，迪绍夫后来给我打电话的时候这样说，“大众依然不能确定究竟是什么构成了我们的文化。但是，那不应该妨碍我们从实用主义出发，去适应文化的需求。”于是，我问他“那么是什么人创

造了文化？”他简短地停顿了一会儿，回答说，“我想答案很明显：行动的人们。”

随着我们谈话的深入，迪绍夫强调了采取行动的重要性，他提到了弗里德里希·尼采发表的关于历史的使用和缺点的论文的深刻含义。那些论文合成了一本书《不合时宜的沉思》，在这本鲜少有人耳闻的书中，尼采这位德国哲学家使用了一种聪明的咒语去严惩那些吸取了沉重的历史教训，却没能采取个人行动去寻求积极的、富有冲击力的文化的人：“我痛恨所有试图指导我，却不能让我有所进步，或直接激励我行为的事情。”

他继续写道：

这些话出自歌德，并且它们在我们开始沉思历史价值的时候起了作用。其作用是向我们表明：为什么没有激励的指导、没有行为验证的知识、奢侈的历史必须被我们严厉地批判。因为我们仍然没有得到需要的东西，多余是必要的敌人。

为了亲自验证尼采的激励概念，迪绍夫静静地坐着，像一颗正在倒计时间的定时炸弹，检验着他的书和文章中每句话的真实性，即便是他写下了那些文字。为了不让千千万万的读者游走在自我怀疑的深渊边缘，迪绍夫情愿自己饱受来自于神经传导反馈回路杂音的折磨。从这个意义上说，他是一位勇敢捍卫读者利益的文化战士，不断实践着他的言论。

从这个角度来看，迪绍夫是典型的“实用主义的适应者”，尽管他不是第一个，但是他在发表论断之前，已经成功地运用最新的科学研究发现证实了他的论断。但是同时，他也是一个有着散文天赋的热血诗人。举例来说，“实用主义的适应”这个新兴词汇并不是一个来源于作者庞大

词汇库的抽象概念。迪绍夫在自我反省、克服混乱生活里的大脑障碍的过程中，悟出了这个词语。只有他提出了这个词，因为这个词就是他自己的写照。

迪绍夫最喜欢的另一种说法是“向前聚焦”，并且每次当他无意间用到它时，我都会想起他15年前给予我的，关于“归因于策略”的忠告（当时我的创作遇到了瓶颈）。之后，我听从了他的建议。现在回想起来，对于我来说，为了寻找真真正正“做”的意愿，聆听了他的那番话，是多么的重要。

“你可以有效地使用元认知觉察去改变现有的状态。”他在《元认知：改变大脑的顽固思维》第2章中这样写道，并且他是正确的。但是此时此刻（距他第一次鼓励我采用元认知行为——归因于策略，已经有15年），迪绍夫关于向前聚焦于知、行和扩展的自我强压模式的忠告，得到了科学数据的支持。并且这也表明他至少与我的“大脑改造”理论有着积极良好的关系。因此，我不能避免这样的结论：一个作者也是他的读者，实现自我救赎的一部分。

“当我们提到‘心智’时，”他写道，“我们实际上在讨论大脑、心智之间的相互联系，以及我们与他人心智产生的互动。”

用丹尼尔·西格尔的话来说，就是：

心智是身体的意外属性，并且联系是在内部的神经心理加工和相关的体验中产生的。换句话说，心智随机出现于遍布全身的周围神经系统，也产生于发生在联系中的交流模式。

写到这里，不难得出结论：大卫·迪绍夫要么艺术地隐藏在“科学帮助”的修辞面纱之下，他提出的新术语源于心理理论现代取向的全新综

合，要么他的建议“我不是我”、“我是我们”真正地得到科学数据的肯定，并且这意味着我必须停止以自我为中心，在集体文化中与他人良好互动。这也解释了为什么迪绍夫在最近的电话聊天中，向我坦白他非常需要他的读者，就像他们需要他一样。

令人吃惊的是，迪绍夫认为，人类大脑进化发展的核心要素并非通过自然选择为多重任务处理服务，也不是为了社会隔离，这种观点表明选择在他人的利益上花时间，可能真的对我有好处（在不打破事物自然秩序的前提下）。

最后，本书表现了其作者的勇敢态度，这个斯巴达式的英雄人物将会采取行动使《元认知：改变大脑的顽固思维》成为《疯狂行为学》的恰当推论。我将会在我的书架上为他三部曲的最后一部留下空位，这第三部将会定义在社会环境下，一个“改造后的大脑”是怎样的，以及个体期望在文化瓦解的整体环境下，能够获得什么。

也许迪绍夫会为了读者的希望，一次又一次地与本能的自我毁灭行为对抗，并且告诉我们如何生活在一个没有文化的世界里，可能才是大脑发展的极致。

唐纳德·威尔逊·布什

洛杉矶，加利福尼亚

致谢

想要完成像《元认知：改变大脑的顽固思维》这样一本书，离不开众多从事人类思维和行为研究的研究者的共同努力。在本书中，我援引了如此多的高校学者、私人实验室、公共研究机构的研究成果，在此，无法一一列举，但是在你阅读的过程中，你一定会注意到我标出了所有引用的地方。我认为本书像一条碎石小路，把读者引向另一番新天地，让他们对大脑功能产生新的理解。筑路的每一颗石子，都代表着一位研究者孜孜不倦的努力，他们穷尽一生都在回答着扩展人类意识的关键问题。

在这里，我特别想感谢珍娜·平克特，她慷慨地为本书撰写了序篇。珍娜是一位杰出的科学记者，她的序篇引人入胜，为本书创造了一个良好的开头。另外，我还要感谢我多年来的亲密伙伴，唐纳德·威尔逊·布什，他包揽了本书中的所有插图，并编写了后记。唐纳德如此的博学，使得他既能成功驾驭复杂的技术类主题，也能以通俗易懂的语言向大众阐释冷门的题材。

一路走来，我还得到了其他许多人的帮助，例如，约翰·谢德·维克，他踏实的态度使得我实事求是，还有鲍勃·范德沃特，他是我忠实的朋友，支持我走过每一阶段。

我非常感谢我的代理人，吉尔·玛萨尔，有了他的坚定支持，我才能无后顾之忧地做我想做的事。同样地，我要感谢《福布斯》和《今日心理学》的编辑人员，过去几年的合作十分愉快，希望以后能与诸位更多地合作。

我还要向出版本书的Benbella图书公司的所有工作人员表示诚挚的

谢意。与Benbella团队合作的过程非常愉快，我很荣幸能与这么一群有着丰富经验、远见卓识的人一起共事。

除此之外，我很想对我的孩子，德温、科林、凯拉说一声，我真的很爱你们。你们是我一切成就的动力来源，再华丽的语言也无法诠释我对你们的爱。

最后，我想要感谢我的父亲，路易斯·迪绍夫，尽管他已离开我们很久了，但是本书就是为了向他致敬。是我的父亲教会了我如何辩证思考，他告诉我简单的答案常常是不正确的，无论它们看上去多么的真实。他的朋友们戏称他是“幸运的路易斯”，因为他是众所周知的扑克高手，但是我知道，他的智慧远远超过了他的运气。他是一位好人，同时也是一位高超的思考者。这本书就是为你而作，我亲爱的父亲。

《厨房中的大脑》节选4 咖啡因对你的大脑做了什么

我最近已经不喝咖啡了。对，我知道，你会问，为什么其他人也要这样做呢？对于我个人来说，这其中掺杂了一些健康因素，并且我对自己目前的表现很满意。尽管你在我戒掉它一段日子以后再问我，我可能会回答：这是我想做的事情中，最蠢的一件。

这种巨大的生活转变使我对咖啡因及其对大脑产生的影响萌发了浓厚的兴趣，因此，我做了一些实验。结果令人惊讶，咖啡因本身并不能使大脑兴奋，事实上这种人类最喜爱的饮料，往往是间接地发挥作用。

首先，咖啡因本身并不能使你变得高效、高产、思维敏捷。你能将6个小时的工作量压缩到45分钟内完成，或者在早上8~11点这段时间里活力四射，绝不是美式咖啡的功劳。

真正的事实是，在大脑中，咖啡因完美地模拟了一种生物化学物质——腺苷酸。白天，当神经元被激活时，便会产生腺苷酸。并且，腺苷酸产生的量越多，神经系统运行的速度越慢。

我们的神经系统通过受体来监控腺苷酸，尤其是大脑和身体中都可找到的A1受体。当化学物质通过受体时，腺苷酸的量就会上升，直到你睡觉的时候，神经系统才能把它消耗完。

咖啡因最大的特点是能够模仿腺苷酸的形状和大小，而且更重要的是，当它们通过受体时，不会使其激活。之后，受体就被咖啡因有效地阻隔了（用医学术语来说就是，咖啡因是A1腺苷酸受体的反协同试

剂）。

这点之所以重要，不仅仅是因为咖啡因通过阻碍受体，扰乱了神经系统对腺苷酸量的监控，更因为干扰出现时，出现化学物质的反应。当腺苷酸量保持在一定水平时，类似于多巴胺、葡萄糖之类神经递质，能够更加自由地刺激大脑。

换句话说，不是咖啡因使大脑兴奋，而是，它把大门堵住了，同时，其他真正能够刺激大脑的物质就为所欲为了。

每一个热爱咖啡的人都有这样的体会：它的效果会随着时间逐渐消退。在那之后，人们需要越来越多的咖啡因才能达到之前的兴奋状态。这就是大家所说的“耐药性”。

每天清晨，我们之所以要喝上一杯咖啡或浓茶是因为，咖啡因能够使我们在熬夜之后，依然没有困意。

但是，人们在大口大口啜饮着咖啡的时候，往往没有意识到，自己错过了多么宝贵的睡眠时间。然而，他们很快就会受到神经系统的“抗议”。

当然，咖啡的提神效果会受到很多情况的影响，比如身体状况、体重和年龄。某些人可能只需喝上一杯咖啡，另一些人也许要喝上两三杯，才能保证一天精力充沛。并且，无论饮用什么类型的咖啡，耐药性都是一个关键变量。

所以如果你决定改掉这个习惯，你的不适应期会有多长时间呢？这主要得看你平常饮用的咖啡量。对于那些每天都要喝上两杯或是三杯咖啡的人，要做好心理准备，你们在戒掉咖啡的10多天内可能都要饱受头疼、疲乏的折磨。

发表在Forbes.com，2012年7月26日

注释

◎序

1.我在序中讲述的故事是真实的，其原型是我的一个朋友，为了保护他的隐私，我采用了化名。在这里，我向我的朋友表示衷心的感谢，谢谢他如此慷慨地与我们分享他的故事。

■第一部分　知

◎绪论　大脑改造：开启思维逆转之旅

1.Marc Lewis，Memoirs of an Addicted Brain（New York：PublicAffairs，2012），66.

2.David DiSalvo，What Makes Your Brain Happy and Why You Should Do the Opposite（Amherst：Prometheus Books，2011），17.

◎第1章　元认知：冷静的观察者

1.Robert J.Marzano，Dimensions of Thinking：a Framework for Curriculum and Instruction（Washington，DC：National Education Association，1988），278.

2.同上。

3.我对托马斯·戈茨2011年发表在《连线》杂志上的《驾驭反馈回路》十分推崇。因为它完美地解释了反馈回路如何通过一系列的法则得以运行，并采用恰当的词汇定义了一个反馈回路所包含的元素（事实、

联系、结果、行动）。如果你想详细地阅读这篇文章，可以查阅以下网址http：//www.wired.com/magazine/2011/06/ff_feedbackloop/。

4.Stephen M.Fleming and Raymond J.Dolan，“The Neural Basis of Metacognitive Ability，”Philosophical Transactions of the Royal Society B：Biological Sciences 367（2012）：1338–1349.

5.同上。

6.Robert Kurzban，Why Everyone Else Is a Hypocrite：Evolution and the Modular Mind（Princeton：Princeton University Press，2011），35–37.

7.在《大脑使用手册》（纽约：潘塞恩图书出版公司，2001）中，心理学家约翰·瑞提描述了“大脑的四个剧场”，为我使用“心理剧场”这个词语奠定了基础。尽管瑞提和我在不同的背景之下使用了类似的术语，但是瑞提首先提出了这个关于大脑的比喻，值得赞誉。

8.在书《象与骑象人：幸福的假设》（纽约：基本图书出版社，2006）中，乔纳森·海特举了一些“道德两难”的例子。尤其是，他举了一对发生了性关系的兄妹的例子，听到这件事的时候，大部分人都会觉得很恶心。但是，就这件事本身来说，除了对当事人有影响外，对他人不会有任何影响。所以很难解释为什么这个例子会引起那么大的道德愤怒。海德特认为，我们感受到了愤怒，却不能解释这种愤怒产生的原因。

9.Leonard Mlodinow，Subliminal：How Your Unconscious Mind Rules Your Behavior（New York：Pantheon，2012），17.

10.Timothy Wilson，Strangers to Ourselves：Discovering the

Adaptive Unconscious（Cambridge：The Belknap Press of Harvard University Press，2002），24–27.

11.同上。

12.Fleming and Dolan（2012）.

13.James M.Haynie，“Cognitive Adaptability：The Role of Metacognition and Feedback inEntrepreneurial Decision Policies”（doctoral thesis，University of Colorado at Boulder，2005），237–265.

14.同上。

◎第2章　心理化：最初的心智游戏

1.Michael Gazzaniga，Human：The Science Behind What Makes Us Unique（New York：Ecco，2008），49.

2.Pierce J.Howard，The Owner’s Manual for the Brain，Third Edition（Austin：Bard Press，2006），47.

3.Daniel J.Siegel，The Developing Mind：How Relationships and the Brain Interact to ShapeWho We Are，Second Edition（New York：Guilford，2012），3.

4.Leonard Mlodinow，Subliminal：How Your Unconscious Mind Rules Your Behavior（New York：Pantheon，2012），87–88.

5.同上。

6.在书《自尊》中，作者马修·麦凯和帕特里克·范宁详细地描述了心

声的多种形式，以及它们是如何影响我们的行为。如果你对这点想要做更加深入地了解，请参考《自尊》。

7.Janet Metcalfe and Lisa K.Son，“Anoetic，Noetic and Autonoetic Metacognition，”in Foundations of Metacognition，ed.Michael J.Beran，Johannes L.Brandl，Josef Perner，and Joëlle Proust（New York：Oxford University Press，2012），289–301.

8.在书《专注的快乐》第九章中，作者米哈里·契克森米哈顿引入了“自带目的性人格”，指的是为活动本身去参加活动的人，他们把活动体验当作主要目的。尽管这个概念与我所说的“自律型人格”有着很大的不同，但是这种人格的确值得人们仔细思索，它是自我察觉最高水平的体现，具有这种人格的人，完成目标不仅仅为了达成它们，也为了获得最大程度的完成体验。

◎第3章　实用主义的适应：改变思维，改变生活

1.如果想要深入地了解人类基本的情绪反应，我推荐你去阅读神经学家安东尼奥·达马西奥的作品，尤其是《心智中的自我：构建有意识的大脑》（纽约：精品出版社，2012）。

2.关于“文化进化”的详细讨论请见斯坦福哲学百科全书：http：//plato.stanford.edu/entries/evolution-cultural/。

3.核糖核酸纳米技术的信息来源于我在2012期间，为一本机密的白皮书而对圣地亚哥医学院的研究人员进行的采访。

4.Norman Doidge，The Brain That Changes Itself：Stories of Personal Triumph from the Frontiers of Brain Science（New York：Penguin Books，2007），150.

5.Moheb Costandi，“Researchers Watch Brain Rewire Itself After Stroke，”Neurophilosophy（blog），July 2，2008，http：//neurophilosophy.wordpress.com/2008/07/02/researchers_watch_brain_rewire/.

6.Christopher J.Boyce，Alex M.Wood，and Nattavudh Powdthavee，“Is Personality Fixed？Personality Changes as Much as‘Variable’Economic Factors and More Strongly Predicts Changes in Life Satisfaction，”pre-publication paper accepted for publication in Social Indicators Research（2011），3.

7.同上。

8.同上。

9.Daniel Nettle，Personality：What Makes You the Way You Are（New York：Oxford University Press，2007），9，10，29.

10.同上。

11.Boyce，Wood，and Powdthavee，（2011）：33.

12.Walter Bradford Cannon，The Wisdom of the Body（New York：W.W.Norton&Company，1932），9.

13.参考第三部分扩展定义中的“自稳态”。

14.如果想要更多地了解“思维错误”，请参考大卫·伯恩斯的书《感觉很好：新情绪疗法》（纽约：哈珀永久出版社，2008），32-43。

15.Jeffrey M.Schwartz，MD and Rebecca Gladding，MD，You

Are Not Your Brain：The 4-Step Solution for Changing Bad Habits，Ending Unhealthy Thinking，and Taking Control of Your Life（New York：Avery Trade，2012），201–202.

16.Gillian Butler and Tony Hope，Managing Your Mind：The Mental Fitness Guide（New York：Oxford University Press，2007），68–70.

◎第4章　寻迹叙述性线索：剧本化和突显的力量

1.Daniel Dennett，“The Self as a Center of Narrative Gravity，”in Self and Consciousness：Multiple Perspectives，ed.Frank S.Kessel，Pamela M.Cole，Dale L.Johnson，and Milton D.Hakel（New York：Psychology Press，1992），103–15.

2.术语“自然的”和“适应风格”常常被用于人格评估工具中，尤其是作为人类行为语言指标。

3.想要了解“突显”的相关心理学定义，请查阅杜伦大学图书馆读者指南：DOI：10.1111/b.9780631202899.1996.x.

4.想要知道关于自我叙述和叙述疗法的讨论，我推荐蒂莫西·威尔逊的书《重新调整：关于改变心理状态的惊人新科学》，（纽约：利特尔&布朗出版社，2011）。

◎第5章：精神世界：循环相连

1.阿尔贝·加缪关于智者的著名论断早出现在《笔记本》（1935~1942）中，1962年出版，1998年由马洛公司再次出版发行。

1.Ron and Marty-Hale Evans，Mindhacker：60 Tips，Tricks，and Games to Take Your Mind to the Next Level（New York：Wiley，2011），340–350.

2.Charles Duhigg，The Power of Habit：Why We Do What We Do in Life and Business（New York：Random House，2012），60–63.

3.Pierre J.Magistretti，Luc Pellerin，and Jean-Luc Martin，“Brain Energy Metabolism：An Integrated Cellular Perspective，”Psychopharmacology：The Fourth Generation of Progress（Brentwood：American College of Neuropsychopharmacology，1995），657–670.

4.Shlomo Breznitz and Collins Hemingway，Maximum Brainpower：Challenging the Brain for Health and Wisdom（New York：Ballantine Books，2012），157–166.

5.详细内容见科学生活网站：http：//www.livescience.com/5406-chewing-gum-touted-diet-strategy.html.

6.A.Scholey，C.Haskell，B.Robertson，D.Kennedy，A.Milne，and M.Wetherell“Chewing gum alleviates negative mood and reduces cortisol during acute laboratory psychological stress，”Physiological Behavior 97（2009）：304–312.

7.K.Kamiya，M.Fumoto，H.Kikuchi，T.Sekiyama，Y.Mohri-Lkuzawa，M.Umino，and H.Arita，“Prolonged gum chewing evokes

activation of the ventral part of prefrontal cortex and suppression of nociceptive responses：involvement of the serotonergic system，”Journal of Medical and Dental Sciences 57（2010）：35–43.

8.Chris Berdik，Mind Over Mind：The Surprising Power of Expectations（Current Hardcover，2012），66–68.

9.同上。

10.想要具体地了解心理学家大卫·沃特森和李·安娜·克拉克所做的实验，请参考《你的创造性大脑》，作者谢利·卡森（哈佛健康通讯/乔西-巴斯出版社），208-210。

11.Carson，Your Creative Brain，209.

12.Dan Ariely，The（Honest）Truth About Dishonesty（New York：HarperCollins，2012），245.

13.Daniel J.Siegel，The Developing Mind：How Relationships and the Brain Interact to Shape Who We Are，Second Edition（New York：Guilford，2012），40–45.

14.Andrew Newberg and Mark Robert Waldman，Words Can Change Your Brain：12 Conversation Strategies to Build Trust，Resolve Conflict，and Increase Intimacy（New York：Hudson Street Press，2012），128–136.

15.如果想要更多地了解脑电波生物反馈，可以参考由吉姆·罗宾斯修订并扩展的《脑部交响曲：新脑波生物反馈的进化》（纽约：格罗夫

出版社，2008）。

16.Matthew A.Sanders et al.，“The Gargle Effect：Rinsing the Mouth with Glucose Enhances Self-Control，”Psychological Science 23（2012）：1470–72.

17.Carson，Your Creative Brain，171–173.

18.Daniel Amen，Change Your Brain，Change Your Life（New York：Three Rivers Press，1998），150–171.

19.如何睡个好觉的小贴士，节选自我为《福布斯》在线杂志撰写的文章：http：//www.forbes.com/sites/daviddisalvo/2012/10/11/10-reasons-why-you-cant-sleep-and-how-to-fixthem/.

20.Gillian Butler and Tony Hope，Managing Your Mind：The Mental Fitness Guide（New York：Oxford University Press，2007），129–133.

21.Mark Hyman，The UltraMind Solution：The Simple Way to Defeat Depression，Overcome Anxiety，and Sharpen Your Mind（New York：Scribner，2010），265–266.

22.详细内容见《福布斯》在线杂志：http：//www.forbes.com/sites/daviddisalvo/2012/08/07/the-10-reasons-why-we-fail/.

23.想要获得更多信息，请查阅狄格大学卫生中心发布的报告：http：//today.uconn.edu/blog/2013/04/alcohol-research-center-battles-addiction-with-science/.

24.详细内容见《福布斯》在线杂志：http：//www.forbes.com/

sites/davidd-isalvo/2012/08/28/10-reasons-why-some-people-love-what-they-do/.

25.在第22个工具中所举的例子出自我先前出版的书《疯狂行为学：来自猩猩的你，为什么总会失去理智》（纽约：普罗米修斯出版社，2011），158-160页，以及保罗·蒂博多和乐拉·伯罗迪斯基的书《我们认为的比喻：比喻在推理中的作用》，公共科学图书馆。

26.Daniel Pink，A Whole New Brain：Why Right-Brainers Will Rule the Future（New York：Riverhead Books，2005），139，152.

27.Koenraad Cuypers et al.，“Patterns of receptive and creative cultural activities and their association with perceived health，anxiety，depression and satisfaction with life among adults：the HUNT study，Norway，”Journal of Epidemiology and Community Health 133（May 2011）：66–71.

28.Helen J.Huang，Rodger Kram，and Alaa Ahmed，“Reduction of Metabolic Cost during Motor Learning of Arm Reaching Dynamics，”The Journal of Neuroscience 32（2012）：2182–90.

29.节选自我为《福布斯》在线杂志撰写的一篇文章：http：//www.forbes.com/sites/daviddisalvo/2012/06/21/the-five-hallmarks-of-respected-achievers/.

30.摘自科罗拉多大学心理系的报告，具体内容见http：//www.colorado.edu/news/releases/2012/02/09/perform-less-effort-practice-beyond-perfection-says-new-cu-study.

31.节选自我发表在今日心理在线的一篇文章，全文见http：//

www.psychologytoday.com/blog/neuronarrative/201009/why-running-is-incredible-medicine-your-brain.

32.Daniel J.Siegel，Mindsight：The New Science of Personal Transformation（New York：Bantam Books，2010），9–13，38.

33.V.S.Ramachandran，The Tell-Tale Brain：A Neuroscientist's Quest for What Makes Us Human（New York：W.W.Norton&Company，2012），250–255.

34.Howard Gardner，Five Minds for the Future（Boston：Harvard Business Review Press，2009），1–10.

35.Edward de Bono，Six Thinking Hats（New York：Back Bay Books，1999），1–26.

36.Aaron T.Beck，Arthur Freeman，and Denise D.Davis，Cognitive Therapy of PersonalityDisorders（New York：The Guilford Press，2004），30.

37.Nicholas Humphrey，Soul Dust：The Magic of Consciousness（Princeton：Princeton UniversityPress，2012），49.

◎附录

1.这篇文章最早发表在2012年2月7日的今日心理在线上，全文见http：//www.psychologytoday.com/blog/neuronarrative/201202/what-is-science-help.

2.这篇论文最早刊登在2011年8月21日《福布斯》电子杂志上，全文见http：//www.forbes.com/sites/daviddisalvo/2011/08/21/why-

we-need-pragmatic-science-and-why-the-alternatives-are-deadends/.

3.这篇论文最早刊登在2011年8月8日《福布斯》电子杂志上，全文见http：//www.forbes.com/sites/daviddisalvo/2011/08/08/why-scientists-and-journalists-dont-always-play-well-together/.

4.节选自大卫·迪绍夫的《厨房中的大脑》。



"数字化未来十大思想家"、TED演讲者史蒂文·约翰逊经典作品

妙趣横生地讲述大脑科学与我们日常生活的关系

台湾著名脑科学专家洪兰教授
安人心智科学总监阳志平
联袂推荐

心思大开

日常生活的神经科学

[美] 史蒂文·约翰逊（Steven Johnson） 著

洪兰 / 译

打开心智 改变人生

Mind Wide Open

Your Brain and the Neuroscience of Everyday Life



机械工业出版社
China Machine Press

心思大开：日常生活的神经科学

Mind Wide Open:Your Brain and the Neuroscience of Everyday Life

（美）约翰逊（Johnson，S.） 著

洪兰 译

ISBN：978-7-111-48633-6

本书纸版由机械工业出版社于2015年出版，电子版由华章分社（北京华章图文信息有限公司，北京奥维博世图书发行有限公司）全球范围内制作与发行。

版权所有，侵权必究

客服热线：+ 86-10-68995265

客服信箱：service@bbbvip.com

官方网址：www.bbbvip.com

新浪微博 @言商书局

腾讯微博 @bbb-vip

目录

推荐序 最强大脑，最强的你

译者序 看大脑在说话

前言 卡夫卡的房间

第1章 心智之眼

第2章 我恐惧的总和

第3章 请注意

第4章 搔痒

第5章 激素在说话

第6章 扫描你自己

结语 敞开的心智

注释

参考文献

推荐序　最强大脑，最强的你

狄更斯曾言：这是一个最好的时代；这是一个最坏的时代。每个时代都会带来不同机遇。如果说过去十年，互联网成就了以BAT为代表的科技产业领头羊；人类基因组计划成就了以华大基因为代表的生物巨头；那么，目前业界公认，未来重大产业机遇将在人工智能与脑科学领域。2013年1月和4月，欧盟和美国分别宣布投入10亿欧元和38亿美元，启动人类大脑研究计划。它是人类基因组计划后最宏大的研究项目。

到了今年，美国脑计划再次加码，总投入资金45亿美元。媒体普遍认为，人类大脑计划是新一轮登月计划。如果说冷战时期的登月计划侧重军备竞赛，这一轮各国竞相开展的脑计划则是人类挑战心智极限的竞赛。2014年9月30号，美国脑计划第一批名单颁布，58个项目分享4600万美元，MIT领先拿到5个，耶鲁、哈佛各2个。可以说，人类新一轮登月计划，第一批探索人类心智的船员已经出发。

激动人心的人类大脑计划大事件，你我该如何参与？于我而言，是通过创办脑科学公司，与各国科学家建立联合实验室，开发脑机接口产品、大脑疾病预警与治疗的APP来参与，而多数脑科学爱好者，或许可以像作者一样，先从兴趣出发，思考如何增强自己大脑能力。本书作者史蒂文·约翰逊就是这样，先从神经反馈等事情开始。慢慢地，了解脑科学更深入，最后就有了这本脑科学科普图书。

如果你希望踏入脑科学花园，乃至未来参与人类大脑计划，或许，你迫切需要的是一副了解神经科学与自己大脑的导航地图。而此书帮你达成心愿。它围绕“日常生活中的神经科学”主题，如神经科学如何研究

记忆与注意，神经科学如何看待恐惧等情绪，如何进行神经反馈训练，大脑造影术的历史渊源与作用，大脑中的自我意识等话题，向你一一道来。因为作者更多以脑科学爱好者立场来组织文献，同时糅合了大量亲身体验，所以此书清晰易懂，生动形象，能帮助你看到脑科学有趣有益的一面。

人类早已登上月球，然而对大脑知之甚少。根据统计，目前仅在中国，就有近亿抑郁症患者，近千万老年失智症患者，每六个儿童中就有一个患诸如注意力缺失症、自闭症等大脑疾病。未来十年，伴随人类大脑计划快速发展，我们势必更好地了解大脑。同时，不仅仅局限于“认识自我”，我们还能借助NBIC大幅度增强自己的能力。在21世纪初，美国国家科学基金会和美国商务部提出宏伟计划——“聚合四大技术，提升人类素质计划”。在该计划中，美国国家科研政策制定者认为，21世纪有三大重要技术：信息技术、生物技术、纳米技术，而这三大技术应在认知科学统帅之下，直接提升人类素质。将纳米、生物、信息、认知四大前沿科技英文缩写汇总在一起，这就是NBIC一词的来源。

神经科学家经年努力，在人类探索大脑奥秘的苏格拉底平原上，营造了一座又一座花园秘境。现在，请你打开此书，在作者史蒂文·约翰逊带领下，站在秘境门口，张望着，仿佛若有光，隐隐传来。

阳志平，安人心智科学总监

微博：weibo.com/ouyangzhiping

2014年10月17日

译者序　看大脑在说话

有人说心理学有很短的历史、很长的过去。这句看似矛盾的话其实很有道理，因为心理学的主旨是追寻“我是谁”，这个问题哲学家从两千年前就一直问到现在，心理学源自哲学，所以它有很长的过去；但是到1879年冯特（Wilhelm Wundt）在德国的莱比锡大学成立第一个心理学的实验室，才开始用实证的方法来探讨“我是谁”，大家把那一年当作现代心理学的起始，所以说它有很短的历史。不论历史的长或短，这个自我的问题直到最近才露曙光。

跟自我最有关系的当然就是记忆，所以最早的心理学实验都围绕着人的记忆本质在打转，用的也都是看得见、可以被识别的实验室重复验证的方式。但是记忆牵涉到意识，而意识是一个看不见、摸不着、又很难测量的东西，弗洛伊德“没有记忆”的潜意识就曾经流行了一百年，直到最近才褪去它的光环。在过去，对于意识及心灵的研究都只能用“内省法”，让被试自己大声报告思考的历程或内心的感觉，不用说，这是一个很不客观的研究法，常被人鄙视，现在这一关被克服了。20世纪末脑造影技术精进了以后，这方面的知识突飞猛进，科技使我们在活人大脑上看到了人类实时（在线）工作的情形。我们根据大脑中的血流量来推测这个部位有无活化，再根据过去临床的证据来推测这个区域活化所代表的功能，一个活化、正在工作的大脑部位需要比较多的血液支持，因此，核磁共振（MRI）计算这个区块带氧血红素和脱氧血红素间的差异，而正子断层扫描（PET）是直接看葡萄糖的代谢：颜色红的区块在工作，蓝绿色的没有在工作。通过临床上病人因脑伤而导致某一功能的丧失，我们了解该区块的功能，再通过正常人大脑血流量的显影，我们逐渐可以拼凑出一个人内在的思考情形。于是我们就在大脑里看到了“口

是心非”——嘴里说的跟他心里想的不一致，也看到了“秀色可餐”——男士看到漂亮的女人时，大脑活化的部位跟他吃巧克力糖时是同一地方。最有趣的是，我们看到恋爱跟情欲在大脑中活化的是不同的部位，有性别上的差异，难怪人家说女人是因爱生欲，男人是因欲生爱。男女不但大脑结构不同，连恋爱这种一定要两个巴掌才拍得响的事，在大脑也有不同。最神奇的是，莎士比亚在写《仲夏夜之梦》（A Midsummer Night'Dream）时，并不知道世界上真的有“爱情灵药”（love potion）这回事。仙境女王提泰妮亚（Titania，Queen of Fairyland）在入睡时被人偷偷在眼睛上涂了爱情灵药，结果她醒来便爱上了睁开眼时看到的第一个东西——一个驴头的人！莎士比亚一定想不到他的想象会成真，只不过不是发生在人身上，而是发生在田鼠身上罢了。

有一种田鼠是一夫一妻制，交配之后便成为终身伴侣，不再与别的田鼠杂交。实验者把多巴胺感受体的催动剂（agonist）打进母鼠体内，当药物作用到大脑的某处时，母鼠就会和第一只进入她眼帘的公鼠交配，不管它是谁的配偶。而且如果把另一种药物打进去阻止泌乳素起作用，那么原来忠贞不二的田鼠立刻变成花心大佬到处留情。想不到连这个完全是“心”在作用的感情世界，竟然也受到“物”（神经传导物质）的影响，会胡乱爱上第一个出现在眼前的人，谁说爱情不是盲目的呢？

扫描恋爱中的人看到情人的相片、母亲听到孩子的哭声和毒瘾者到达吸毒高潮时的大脑，发现这三种情形大脑活化的地方都非常相似，虽然外在的经验不同，但是内在所产生的化学物质却相同。海洛因和可卡因这种毒品一染上就很难戒掉，因为它直接作用到大脑中爱/愉悦的机制上。有一个实验让老鼠进入实验箱后，可以选择按一个杆让电流通过头顶上的电极，去活化它大脑的快乐中心而产生性交高潮的感觉，或是按另一个杆使食物掉下来可以吃。结果这只饥饿的老鼠一进到实验箱便

拼命去按高潮的杆，连分一点儿时间去进食都不愿意，最后饿死在高潮的杆子下，应了中国人说的话“牡丹花下死，做鬼也风流”。过去我们不了解吸毒的人为什么这么狠心，可以做出卖儿女换钱买毒品这种事，现在我们知道毒品在大脑中作用的地方跟让父母牺牲自己、冲入火场中抢救孩子是同一个地方，难怪有人感叹我们是化学元素的结合，“来自尘土，终归尘土”。

但是倒也不必太悲观，我们并非完全受制于“物”，人的意志对脑内的生化物质也有作用，意念可以引发激素的分泌。如愤怒时可以产生压力激素，所以现在的健康医学才一直鼓励人要有生存的意志，要有生活的目标，心情可以影响激素的分泌。过去笛卡尔所说的心物二元论我们现在知道是不对的了，心物是一体二面，不可分的，而且基因和环境相互影响我们人格的成长。最主要的是近代研究技术的进步让我们看到古人所说“相由心生”的道理，直正快乐时的微笑与官夫人剪彩时的皮笑肉不笑是不同的。有的病人中风后，拍照时无法把嘴角上扬微笑，但是他在听到一个笑话时，会不由自主地嘴角上扬笑起来，这让我们看到这两种微笑是不同的神经机制在主控。如果每天皱着眉头、唉声叹气、咬牙切齿、发脾气，日子久了，自然就变成愁眉苦脸或满脸横肉。内外是个交互作用，看到相由心生的神经机制，不由人不佩服古人的观察力。

人都希望长生不老，最近对于长寿的研究发现除了基因之外，最主要的是社会支持。有很多朋友相互关心，生活平淡宁静的人活得比较长。有一句格言说：“You can give without loving but you can never love without giving。”又说：“To love and be loved is the greatest joy in the world。”人活到最后追求的就是有爱和被人所爱的自我。心理学花了很长的功夫想要追寻的“我”，现在发现完全不必外求，它就在你的大脑中，是各种神经元活动的总和，“众里寻他千百度，蓦然回首，那人

却在灯火阑珊处”，相由心生，命也由自己在控制，造命者天，立命者我。心理学的历史虽然短，拜脑造影技术所赐，我们慢慢解开大脑之谜，神秘的面纱一层层揭起，底下真实的自我也就水落石出，呈现在我们面前了。

这本书的英文名字叫Mind Wide Open，当你将心扉敞开，接纳前所未知的各种大脑知识时，你的自我也慢慢地浮现，你知道，它一直就在那里，你只是不懂得去看罢了。

前言　卡夫卡的房间

大脑就像指纹一样，它是独特的，

每个人有他独特的大脑地理景观。

我们现在有技术可以窥视内在情景，

而这些技术其实就是探索我们心智的工具，

它可以从神经突触和神经传导物质的浓度及脑波

告诉我们自己究竟是谁，

每一个大脑都能够制造出

不同形态的电和化学的活动。

跟我对于我房间的知识比较起来，我对自我的知识可以说是少得可怜，我们对内在的世界完全没有像外在世界那样的观察法。

——卡夫卡（Franz Kafka）

这本书源于一个紧张的玩笑，严格说来是好几个因为紧张而开的玩笑。几年前，因缘际会，加上我长久以来的好奇心，我来到了一个专门作生物反馈（biofeedback）研究者的办公室，躺在沙发上，前额、手掌及手指尖都贴了电极，当我们说话时，我们望着计算机的屏幕，上面出现了一连串的数字，这些数字记录我流汗的情形，每秒就更新几次。我从来没有做过测谎，不过躺在那里，一个陌生人不停问你问题，眼睛密切注意你汗腺分泌的情形，是会令任何人都感到紧张的，于是我开始说笑话。

测谎本来就是希望你会有一点紧张，这个机器追踪你肾上腺素（adrenaline）改变的情形，这是肾上腺所分泌“战或逃”的激素，来应付紧急情况所需的能量。有好几种方式可以察知激素的增加，因为激素会减少身体远程流回大脑的血液量，所以四肢冰冷代表着肾上腺素的分泌（因此手指尖上贴有传感器）；另外流汗也是肾上腺素分泌高的象征，因为湿的皮肤比干燥的更容易导电，所以手掌的电极可以测知我流汗的情形。

生物反馈（biofeedback）系统是利用可见的生理改变，来让你控制自己的身体和心智。经过几次练习后，你可以利用生物反馈使你的肾上腺素浓度提高或降低，几乎就像你决定要抬一根手指或弯一下膝盖那么容易。大脑一直不停地在调整肾上腺素的浓度，只是你平常并没有感觉到这个历程，你只是觉得能量增加或减少而已。

刚开始的5分钟，我的肾上腺素维持在屏幕中间的程度，上下小幅度地跳动，并没有显著的变动。然后，情境中的某一些事——我现在已经记不得了——使我开始说笑话，我们两人都笑了起来，然后注意到屏幕上有显著的波峰凸起。说笑话使我体内的肾上腺素增加还是减少了呢？或许肾上腺素的增加是我心中正想着要重新启动引擎，无论如何，说笑话和我的肾上腺素两者是有紧密的化学关系的。

两者的关系在这个测谎作业结束时变得很明确。治疗师给我一张我的肾上腺素在这30分钟内的高低程度列印表，这可以说是我想要幽默的时间历程：一条平平的线，然后有五六个凸起。我在看这张纸时，心中在想：这就是“我”，从一个我从来没有经验过的角度去看“我”。多年来我在某些社交场合，会有抑制不住的冲动去说笑话，特别是很严肃的场合，你知道说笑话是会带来危险的，但是我从来没有想过说笑话会在我大脑中引发化学反应。突然之间，这些笑话不像随便地想要幽默一下，

而像毒瘾者在寻找新的一剂来使他高潮一样。

我知道这个肾上腺素的上升只是冰山的一角，说笑话和欣赏笑话是非常复杂的神经活动，包括大脑的很多部位及许多的化学信使（神经传导物质）。加利福尼亚大学医学院的医生最近在左脑前区找到一个小地方似乎跟欢乐有关，当他们在治疗一个16岁的癫痫病人时，他们将微量的电流通过那个小地方，使得病人立刻对她眼睛所看到的那个东西觉得好笑，而且这不仅是笑的生理反应，她是真的觉得那个东西很好笑（她告诉吃惊的医生："你们几个杵在那里，看起来真是好笑。"）。笑本身牵涉复杂的肌肉反应，现在有很多证据显示，笑会引发少量的脑内啡（endorphins）分泌，脑内啡是大脑自己的吗啡（下次去喜剧坊时，不妨把它想成大烟馆），但是在聊天中说笑话牵涉对听众的敏感度，跟了解听众本身的幽默感以及当时的心情有关。这个感受别人心智情况的能力是由大脑其他的地方所负责，很多人认为自闭症患者就是这里受损，使他们在社交上表现突兀。

这是我在想我的紧张笑话时所发现的，每一次当我躺在生物反馈室的沙发上想笑话来说时，我大脑中的那些电化学[1]也在跳芭蕾，这在我第一个微笑或更早之前就演化出来了。现在我看到的就是内在表演的一小部分，我在想：每一天，我大脑中有多少这样的例行公事在上演？假如我能看到它们，就像现在我看到我的肾上腺素起伏，它又能告诉我哪些关于"我"的讯息？

所以生物反馈开启了我对"自我"的追寻，我开始尽量去收集我心智活动的图表或三度空间的模式。我去访问世界一流的神经学家，问他们我一直在问我自己的问题："了解大脑是否改变了他们对自己的看法？"我同时也访问了把大脑科学当作探索自我工具的人，现在是探索这个目标的大好时机。

过去的30年间，科学的进步让我们可以一窥大脑内部的景色，不同的作业会活化不同的大脑区域：看到爱人的脸、列出购物单或把一个句子串起来。到目前为止，这些新的科学仪器都是用在观察脑伤病人的行为或是评估人类的大脑地图，但是大脑就像指纹一样，它是独特的，每个人有他独特的大脑地理景观。我们现在有技术可以窥视内在情景，而这些技术其实就是探索我们心智的工具，它可以从神经突触和神经传导物质的浓度及脑波告诉我们自己究竟是谁，每一个大脑都能够制造出不同形态的电和化学的活动，这些工具可以让你知道你的形态是什么样，然后让你知道这些神经的形态又告诉了你有关你自己的什么。

很可能你以前就已经想过有关大脑电路的问题了。过去100年心理学的发展就是从内省自己心智的历程，到外显生理的表征，可以说是从俄狄浦斯（Oedipus）到神经元。肾上腺素这个词已经成为我们日常生活的语汇，就像我们现在了解我们的身体会快速地分泌化学物质来使我们愉悦，我们会说或做某些事来使我们的肾上腺素上升或使脑内啡增加。收音机里成天在播改变我们神经传导物质表现的神奇新药的广告，就像在卖去屑洗发精一样稀松平常。假如你看过《神奇百忧解》（Listening to Prozac）这本书，当你碰到一个很沮丧的人，你可能就会想：“嗯，他的5-羟色胺（serotonin）低了。”但是这些反应只不过粗浅地揣测我们内在的生理状态。

你的身体中有几十种所谓的信息分子——神经传导物质、激素，每一种都在你的情绪反应上扮演关键性的角色，从母爱本能的表现到惊恐症的发作都跟它们有关系。那么，这些测量你大脑每一分钟改变的新仪器能否告诉你，你自己的情绪究竟是怎么回事呢？它们能帮助你了解你的梦或你的恐惧症吗？我们已经学会像统计学家般精确地去追踪我们情绪的改变、去探索我们童年的记忆或用练习的方式使我们心智保持警

觉，但是你的心情、记忆和知觉是来自你大脑中电化学的活动，假如你可以直接看到这些活动，你会对你自己增加什么样的了解？当你看着你的大脑当时的情况，同时想起一件尘封已久的往事，或者听到一首你最喜欢的歌，抑或想到一个好点子时，它会增加你对你自己的了解吗？

脑造影工具是现代科学的奇迹，但它们不是窥视内在心智生活的唯一方式。只要多了解一点你大脑的结构，就可以改变你对自己的想法，你可以将每天例行公事的心智处理历程分析出来。假如你完全不知道大脑内在是怎么工作的，那么你自然就看不见（或体会不到）神经的活动，你认为你这个人就是这样；但是当你越清楚大脑的结构，你就越明白它像是个交响乐团而不只是位独奏家。你可以聆听交响乐团演奏，把它当作一个整体；你也可以把小提琴从弦乐中分离出来，或把长号从管乐中分离出来。要了解你的大脑，你并不需要几百万美元的造影仪器，你只需要知道组成大脑的部件和它典型的活动形态，有的时候它与大脑的某个特殊区域有关，有的时候它与化学物质有关（例如5-羟色胺），通常你所感受到的情绪和大脑区域以及神经传导物质两者都有关——是释放出来的神经传导物质和大脑特定区域神经活动形态的共同结果。

当你学习去侦察大脑的活动时，你就开始了解你所感受到的情绪并不是对外界那一刹那的反应，而是像毒品一样有它自己的奇异生命。这是我们平常说的“理智”的你和“感情”的你，而这两者并不总是和谐一致的。脑科学让我们能够比较正确地了解人格的这两面，找到它们在大脑的特定位置，今天，我们不再说“理智”和“感情”，相反，我们说“新皮质”（neocortical）的你和“边缘系统”（limbic）的你。

请想象一个你很熟悉的情境：你的心情很好，在跟朋友或同事聊天，你并不特别了解你自己的情绪状态，只觉得很愉快、随意地在闲聊。突然之间，你朋友提到一件事使你不舒服了，它其实也没什么大不

了，没有生命威胁，天也不会塌下来，例如他提到公司最近有个聚会，他被邀请了而你没有，或是你误了报税的期限。不论是什么，这个新信息引发了身体下沉的感受，你觉得泄气，没有精神，开始烦躁不安。

然后你朋友又说了一件事，使你惊讶或令你心神不定，你的注意力转移了，别的信息从工作记忆中出来，取代了原先令你沮丧的消息。这个时候你的大脑发生了一件不寻常的事：你感到身体和大脑的紧张，但你不记得是什么使它们紧张，你的感觉和思想分家了，或者说，你的心思移转了，但是你的感觉还在那儿搅拌[2]。通常在这种情况下，你会倒带回去细想刚刚谈过了什么事，几秒钟以后，你会想起是什么令你不快，这时，你仍然觉得不快，但是至少你知道你为什么不开心了。

为什么会有这种不衔接发生？因为处理你的谈话是在大脑的一处，而评估你的情绪则是在另一处。大部分的时候，你的注意力花在寻找适当的词汇及了解别人所讲的话，它大部分是在新皮质前额叶（prefrontal lobe）的地方进行，这里也是最后演化出来的大脑部位[有两个地方特别重要，一是布洛卡（Broca）区，另一个是威尔尼克（Wernicke）区，前者的功能在语言的制作，后者则是语言的理解]，但是情绪大部分是在皮质下方一个称作边缘系统的地方，有一些身体的反应是在边缘系统的再下面一层——脑干的地方。前额叶细胞的活动多半是神经细胞彼此的交谈，边缘系统则像瀑布一样释放出许多事件，这使得化学物质被释放出来，通过血液流到全身，包括所谓的可的松（cortisol），这是对因长期处于压力状态下所造成的大脑伤害进行修补的激素。

所以当你听到会引发紧张的句子时，你大脑中将产生两个反应：你的语言中心和工作记忆解释这个句子的意义，告诉你的意识；而你皮质下的系统则引发紧张的反应，从你的大脑和身体中释放出可的松和其他化学物质。这两个系统作用的速度截然不同：前额叶活动是以毫秒来计

算的，而紧张的情绪系统则是以秒甚至以分钟来计算，这就是为什么两者无法同步的原因。你很快想起某件不愉快的事，你以同样的速度忘记了它，前额叶动作的速度非常快；但是你的情绪系统远远落后，当信息从你的工作记忆中消失30秒之后，仍然有可的松在你的血液中飘浮，所以你仍有那个不愉快的感受。

现在问题是：在这个青黄不接的时候，是你的前额叶还是你的边缘系统在管事？你应该相信谁？

脑科学的书常碰到一个不断重复发生的问题：一本有关大脑的书绝对是跟你密切相关的（这些书都由人的大脑在读，不是吗？），但是你越深入大脑的构造，你越发现拉丁语化的字超越了英文字，不久，你就搞不清楚扣带回皮质（cingulate cortex）和伏隔核（nucleus accumbens）了。有些书在一开始时，先上一段神经解剖的密集课程打个底子，使读者可以看得下去，我的方法不一样：我还是从大脑的行动开始，如感到害怕、觉得一个笑话好笑或想到一个好点子，然后把内在的机制讲出来。

我尽量去除术语，将化学物质、大脑部位限制在六个以内，我相信你可以在这些基础上得出很多有用的大脑知识，详细的解说可以去查看书末“参考文献”，因为大脑非常复杂，但是你不需要全都记住就能更好地使用你的大脑。假如你知道地标，你就找得到方向和位置，在大脑这么复杂的空间行走时，知道你的方位是非常重要的。

假如你在过去的十年中曾经读过有关大脑的书，你一定会遇到两个问题，它是脑科学公开辩论不可少的题目：一个是对意识的解释，也就是神经科学家安东尼奥·达马西奥（Antonio Damasio）称之为“发生了什么事的感觉”（the feeling of what happens）；另一个是有关演化心理

学，它认为大脑演化出来主要是使我们祖先生存下来、繁殖后代，是千百万年演化出来的心智工具箱。意识和演化都是非常有趣的题目，但是本书要稍微偏离两者，从不同的角度来看大脑。

让我们从意识开始，想象你在分离了很久之后，看到你所爱的人的脸，快乐的情绪因为看见他而被引发。对于视觉信息进入大脑的路线，神经学家已经知道得很清楚了：从那个人脸上反射出来的光透过视觉神经进入你的感觉皮质，我们知道这个信息跟海马回（hippocampus）所控制的记忆储存系统起了共鸣，帮助你回忆起有关爱人的一些细节，我们同时也知道你大脑中分泌的化学物质使你感到温暖的情绪。感谢近代造影技术以及对于脑伤病人的研究，我们现在可以仔细描绘出大脑中的神经芭蕾舞剧的情况，但是当我们要解释这个神经化学活动的形态——如何产生你看到所爱的人时那种第一手的个人经验，科学的言辞就闪烁不定、不那么清晰了。你所爱的人的“脸”跟你感觉的“情绪”之间的关系，意识理论家把它们叫作感受性（qualia），大脑对外在世界和内在状态两者的表征——红酒的味道、水波粼粼、被挟持时突如其来的恐惧。

乍看之下有点荒谬，但是仔细想一下这个问题还有点意思，就是为什么我们需要感受性。理论上来说，我们可以演化出一个包含人类所有心智反应的大脑——处理内在和外在的刺激，评估这个情况是正向还是负向的情绪，执行长期的计划——而不需要真的去感受这些历程。我们可能会像机器人或僵尸一样，外表跟正常人没有什么不同，但是内心是空虚的。所以这个问题变成：心智这些奇怪的性质是怎么来的？大脑其实就是一堆原子堆积在一起，有着它特殊的形状，就这一点来说，它跟茶壶或绿菜花没什么两样。茶壶和绿菜花假设是没有意识的——对自己没有意识，对它的环境也没有意识。那么，为什么我们要有意识？

简单地说，在目前的意识理论中，对此有四种答案。第一是茶壶和绿菜花是有意识的，只是它们的意识跟我们的不同；换句话说，感受性是物质的特性，人类的大脑不过是演化出来最先进的感受性记录仪器罢了。第二种回答是大脑中有一些很特殊的东西存在于细胞之中，这些细胞的组合产生了意识而绿菜花没有，不过这个“独特”的东西是什么还存在争议。第三是科学到现在还无法了解这个神秘的东西，或许是量子行为，或许是一些灵异的生命力量，这个神秘的东西使一群相互连接的细胞变成了有感觉的大脑。第四个是个狡猾的回答，它说意识的一个特性就是它不能解释自己，所以我们永远不可能知道感受性是什么，不管科学或技术有多进步。

这些都是可能性，虽然它可能使你晕眩（下次你在把绿菜花丢入滚水中去煮时，可能会觉得有点不自然），如果有一天这四个答案之一被证明是正确的，我并不会感到奇怪，但是目前科学在这个问题的同意度上还差得很远，但是意识这个问题在可见的未来还是会一直被翻出来炒作。

所以在这本书中，我尽量避免碰触这个问题。后来发现躲避感受性这个问题是个明智之举，因为有太多关于大脑有趣的问题可问，你看我的生物反馈经验和我说笑话所引起的肾上腺素升高就知道，对大脑化学的回馈系统的偷偷一瞥，就已经让我学到人格的一些新信息以及我谈话的习惯，它使我了解到说笑话改变了我的内在情绪（也解释了为什么有的时候我会在不当的场合跟时机讲笑话），但是除此之外，我完全不知道为什么肾上腺素上升会造成那种情绪感觉。我可以描述它上升的幅度，跟外来药物如咖啡因（caffeine）的作用相比较，我可以预测它接下来会怎样影响我的行为，但是我无法告诉你肾上腺素的感受性从何而来。当然假如我知道是最好，幸运的是，这不是神经科学家可以传授给

我们的唯一知识。

至于演化的争论，它跟先天和后天的问题是平行的，通常是一体不可分的。我们的心智是来自演化基因的产物吗？还是我们后天教养的结果？它不像意识那么神秘，这个问题有清楚的、令人信服的答案：它是两者兼具。我们是先天和后天交互作用的产物，演化和后天经验的交互作用，才产生了人类丰富的文明。

在本书中，我会用演化的术语来讨论大脑的一些特质，因为达尔文（Charles Darwin）的理论最能帮助我们了解大脑的一些特性，让我们了解动机和习性是很难改变的。例如，在第4章我会讨论笑的大脑科学，我会谈到人为什么会演化出笑，这会让我们了解在日常生活中，为什么以及何时我们会笑（它跟幽默的关系其实比你想象的要少）。

所以演化的解释不会全然从本书的章节中消失，但是它也不会是本书的重心，不论你赞成或是反对大脑的演化，你都能从现代脑科学的研究中学到一些新的知识，因为在基础上，先天和后天的语言是用同一个墨水写的。我的大脑在每一次成功地说出一个笑话时，都会释放出肾上腺素，因为千百万年的演化使我的DNA构造成那个方式；也有可能是我童年奇特的环境，使我的大脑回路变成那个样子。当然最可能的是两者都有：大笑时释放肾上腺素可能是人类共同的特质，只是在我的情况中特别夸张一点而已。但是无论本来的原因是什么，我的大脑现在是这样的结构，像黄石公园的老忠实喷泉一样，释放出肾上腺素。去揣测你的某一项行为是来自你的祖父或你五年级的老师是个有趣的问题，但是你不需要确定答案便可去了解你大脑的内在生活。

当我们说生物会塑造、改变我们的行为时，常会受到攻击，认为这就是生物决定论（biological determinism），它就是优生学、种族偏见

或社会达尔文主义（social Darwinism）。这类指控或恐惧绝大部分是没有根据的，演化心理学家研究的是人类的特质，为什么会出现这么多的种族和文化？它跟种族主义是完全不同的。

当然演化心理学家研究的一个中心议题就是性别差异，因为天择主要着重在繁殖的成功与失败，因为男性和女性在繁殖上所承担的生物风险完全不同[3]，又因为性别差异是千百万年演化出来的，不是几百几千年，所以天择一定会在大脑中留下性别差异的痕迹。从脑造影的片子看来，男生和女生大脑的差异就像男生和女生身体的差异那么大，他们有不同程度的神经元和灰质——有些与性和攻击有关的地区男生比女生大，女生的左右脑整合得比男生的好。当然，这些大脑和身体都受到不同激素的塑造，男性激素和女性激素在发展和成人生活的经验上扮演着关键性的角色。

男人和女人绝对不是从火星和水星上来的，但是你可以很公平地说他们吃的药不同。如果世界上没有性别的差异，或许冲突会少些，但是一定也乏味些，因为我们居住的世界的确有男性和女性，所以写一本大脑科学的书却避而不谈性别的差异，是让政治超越学术，对两者都不公平。

在过去几十年中，某些类型的科学发现一直是媒体的宠儿：科学家宣布，他们发现了某一个人类心理特质的根源。例如科学家发现某些特别喜欢吃甜的人，当他们很渴望甜食时，大脑某个部位亮起来了，于是纹状体（striatum）外侧就被标记为欲望中心（craving center），这是脑造影的成果报告。

同样地，演化心理学家也发现了爱吃甜食的历史根源：爱吃甜食这个特质是天择后的结果，这个解释不像脑造影那样精准，个人意见比较

多，不过也同样具有说服力。演化心理学家解释我们会喜欢吃甜食是因为在人类演化出来的非洲草原上，碳水化合物很少，假如你找到糖，就要尽量地吃，但是在一个环境中很适应的行为在另外一个环境中可能并非如此，现在的人们几乎把可口可乐当水来喝了。

这两个解释都有独到的地方，也带给我们新的知识，但是它们都没有告诉你任何有关你现在的经验。你已经知道你会想吃甜食，然而知道这个欲望是怎么来的——它在你大脑的纹状体外侧，对你下次看到巧克力糖流口水时，没有任何的帮助。假如科学是要告诉你一些关于大脑有用的知识，它所要解释的必须比光知道某一个熟悉的行为从何而来还更多才行。你的大脑中充满了各式各样人物，他们就挤在狭小的脑壳内，虽然知道他们住在哪里的确很好，但是这个信息仍是不够的——如果神经科学只能告诉我们渴望食物的中心在哪里，或是嫉妒中心在哪里，那么对一般人寻求自我了解是没有什么帮助的，因为知道嫉妒住在你大脑的什么地方并不能帮助你了解你的情绪。这些大脑地图对科学家和神经科医生来说很有用，然而对一般人来说，一点用处也没有。

脑科学研究目前所能做到的就是提供一个真正不同的看法，一个由里往外的看法及一个新的解释大脑方式。在本书中，我尽量让你看到这种被我称为慢慢消失（long-decay）的测验，好像一个声波，过了很长时间才慢慢消失到无声，或是像一个半衰期很长的放射性物质。有一些大脑的看法会引起立即的共鸣——原来拼命想吃某一种东西是这么回事，这共鸣也立即从你心田中消失，这些看法通不过慢慢消失的测验，来得快，去得快，没有造成什么深远的影响。要通过这个测验，这个看法必须在你心中盘旋几个星期或几个月，它要能在你跟别人说话时跑出来，或是你在自我省思时进入你的脑海中，它甚至能改变你的行为，因为它让你看到你自己。慢慢消失的看法会像它所携带的信息一样，改变

形态。

我的慢慢消失看法可以直接应用到一般人的心智上，所谓一般人就是没有被脑科学详细研究的人，即不是失忆症、帕金森症、阿尔茨海默症、躁郁症或其他失语症的病人。一个有解释能力的心智理论应该能应用到健康的人身上，而不是只能解释病人的行为。弗洛伊德（Sigmund Freud）从分析歇斯底里病人和精神分裂症患者身上发展出他的理论，但精神分析学说能够吸引到这么多的观众，主要是因为你在这个理论中，找到一些你可以用的东西（即使你不是精神病人也能在精神分析中看到某部分的自己），你可以分析你的俄狄浦斯情结（Oedipal complex）或是分析你自己的梦。我认为现代的神经科学也应该如此：它应该与正常人和病人都有关，让正常人对每天生活中的自己多了解一点，也让病人知道他所对抗的是什么恶魔。

我希望这本书能像艺术史老师或音乐学老师那样帮助你了解艺术和音乐的内涵，当你对大脑了解更多一点后，你对眼睛所看到的和耳朵所听到的会有更深、更广的知觉，你会开始看到过去视而不见的反射反应和形态。了解大脑的机制，尤其是你自己的大脑机制，可以增加你对自我的了解。我认为知识带给你的自觉力量跟治疗或服药一样强，脑科学已经变成内省法的一条新路，一个将内在大脑生理与外在心智生活连接的桥梁。今天的科学和技术已经不再只限于告诉我们人类心智是怎么工作的，它还可以告诉我们一些我们自己的心智运作的情形。

脑科学和它的造影技术跟其他先进科技不同的地方在于它像一面镜子，抓住大脑工作的情形并将这信息反映出来给我们知道。你望着镜子，镜子的反映告诉你“这就是你的大脑”。这本书就是告诉你我进入这个镜子的历程。

[1] 大脑是靠电传导，但是在两个神经元接触的地方有个小空隙，电流不能跃过，所以必须靠化学物质来传导，故称电化学。——译者注

[2] 作者用的词为churn，牛奶一直搅拌，最后奶跟油会分家，得到牛油，牛油来自牛奶，但它与牛奶不同。——译者注

[3] 女性永远知道谁是她的孩子，因为孩子从她而出，一定有她的基因；男性就不一定，常常要经过DNA的比对才可以确定。——译者注

第1章　心智之眼

一个有眼可看、有耳能听的人会知道，天底下没有一个人可以守得住秘密；假如他的嘴巴被封起来了，他会用手指聊天，每一个毛孔流出来的汗都泄露着秘密。

——弗洛伊德

过去几十年的研究显示，当我们成长、发展时，

特殊的记忆会改变我们，

生活的经验也会像基因一样改变我们的大脑。

当我们在做一个无声的心智阅读对话时，

我们动用进化来的人类本性中的认知工具，

但是每一次心智阅读的交换都是独特的，

依那个人的记忆和个人生活的经验而有不同的色彩。

屏幕上有一双眼睛，没有嘴或身体，只有一双眼睛。我对着它看，要判断眼睛所透露出来的信息是倔强还是惊恐。当我做了决定——我认为它是倔强的表情——另一双眼睛又出现在计算机屏幕上，我的眼睛又开始对它进行扫描。

这个匠心独运的测验是心理学家巴隆–科恩（Simon Baron-Cohen）所设计的，他让你看36双不同的眼睛，有些在微笑，有些在沉思，每一双眼睛的下方有四个形容词的选项：

失志消沉（despondent）

若有所思（preoccupied）

谨慎小心（cautious）

遗憾后悔（regretful）

或是：

怀疑（skeptical）

预期（anticipating）

指责（accusing）

沉思（contemplative）

你的任务就是要找出一个最能描述这双眼睛的形容词。这个扬起的眉毛是代表怀疑吗？还是倔强呢？这些眼睛来自许多不同的人，有些是饱受风霜，有些则是勾勒出眼线和刷满了睫毛膏，这些表情细微的程度令我吃惊。当一个个看下去时，我开始对人的眼睛有了不同的观点和看法，对眼睛表达沟通的能力有了新的惊叹！

这个测验的目的并不是关于眼睛表达情绪的能力，它看的是大脑解读这些信号的能力。我们过去都忽略了大脑有这个窥视别人内在心智的能力，只注意外显的线索。这个测验的题目不会像智力测验或学术性向测验（Scholastic Aptitude Test，SAT[1]），它测的是你内在的心智能力。人类大脑演化来的最大的成就是它可以知道别人大脑中的心智活动。

你可能有下面这个经验：你跟你的同事在一个社交场合，比如说公

司的圣诞派对上，遇见一位竞争对手——那种表面上很要好，暗地里角力的同事。一开始时，你们如往常般互开玩笑，但是不久他就告诉你他最近很不得意，没有争取到大客户，写的企划案被老板退件或投出的稿件被退稿了等，总之，就是那些凡是朋友听到了一定会安慰的遭遇，你的脸上也做出了适当的关切表情。

不过由于你们只是表面上的朋友，私底下是竞争的对手，所以你在心中其实正在暗笑、高兴极了，因此在听到他诉说不幸的一刹那，你的脸上有一丝丝微笑的表情，不过马上被你纠正过来。

这时，你的大脑便开始跳复杂的芭蕾舞了，你的脸部表情是凝重、关切的，但是你也侦察到他脸上有一刹那的惊讶，好像在说："你刚刚有在笑吗？"或许他的眼睛正好看着你的眼睛，或是他话说到一半正好停下来，让你觉得他被某件事情分心了，说不定是看到了你嘴角的笑意。你心中立刻想："他看到了吗？"当你安慰他时，你心中就在想这些话听起来会太肉麻吗？他会不会认为我在假惺惺？也许我应该冷淡一点，不要弄巧成拙了。

这些心中内在的对话应该不太陌生，我们都有类似的经验，即使你从来不曾希望对手失意走下坡[美国小说家亨利·詹姆斯（Henry James）专以描写这种微妙的心理状态成名]，你其实不需要像《爱丽斯梦游仙境》中那只柴郡猫（Cheshire cat）笑得那么夸张就能启动大脑内在的对话。你可以想象两个"可能的"恋人在说话，一个担心他脸上的表情会透露出爱意，因为他还不确定女方的感觉，所以在说话时会步步为营，既试探又有其他含义，双方都在揣摩探测对方的心意，这场对话就会给人故意矜持、拘谨不自然的感觉。

稍纵即逝的笑意、突然的辨识、探测别人意图绕圈子式的说话等这

类所谓“无声的对话”（silent conversation）的言外之意，我们应该都很熟悉，只是我们平常在说话中并没有感觉到自己一直在处理对方的“言外之意”。我们心中内在的对话对我们来说很自然，是因为我们有一部分的大脑专门在处理这种社交场合的情境，神经科学家将它称为“阅读（别人的）心智”（mindreading），不是特异通灵那种超感应知觉，而是从过去的经验中建构出来的猜测。讲起来，猜测别人心意是我们的本能，做起来毫不费力，而且比地球上任何其他的生物都做得好；我们建构别人脑海中在想什么的假设几乎跟把氧气转换成二氧化碳一样的自然。

因为揣摩别人的心意是我们的本能，我们对它并不需要在学校里教或在应该考试时测验，但是它就像任何其他技能一样，有人做得好，有人做不好。有些人能察言观色、见风转舵，马上因别人的反应而改变自己的说辞；有些人则少一根筋，要别人点破才恍然大悟；更有些人是“心智瞎子”（mind blind），完全不知道别人心中在想什么。

虽然我们不在学校里教这个技能，我们也没有什么词汇来描述它，但它却在我们的工作和人际关系上扮演重要的角色，决定我们的成败。要了解这项能力的重要性，你必须先不把这个能力视为理所当然，认真地把它当一回事。你必须慢下来，检视内心对话的历程，你才会觉得它了不起。

我们对于“揣摩心意”这个艺术的了解和尊敬始于20世纪90年代猴子大脑中“镜像神经元”（mirror neurons）的发现：一只猴子看到别的猴子在做某件事时，它大脑中做那件事的神经元会活化。例如它看到一只猴子在抓着一根树枝，这时它大脑中负责抓握树枝的神经元也会活化，尽管它似乎并没有伸出手去抓。这表示我们大脑中有一个设计是将自己的心智与身体状态同别人的做模拟，也就是我们中国人说的“感同身受”。研究者又发现自闭症者缺乏的就是这种感同身受的体会，他们

是“心智瞎子”——无法建构与别人心智的对话。演化心理学家开始在群居的动物（如黑猩猩）中寻找有无类似的“心智阅读”现象，因为我们是进化而来的动物，如果我们有这项能力的话，那么在低一等的动物身上应该也找得到。更有别的科学家认为，镜像神经元跟语言的起源有关，因为所有的沟通都建构在对方有沟通意愿和能力的先决条件上。语言要发展出来，人类必须先具备了解别人心智的可行理论，不然他们就会像在自顾自地说话，因为对方无法了解并做出响应。

现在让我们回到公司的派对上。当你来不及把脸上的笑意用同情的表情盖过去的时候，你会怎样？大部分的时候我们是自己的主人：内外一致、内心控制着外表的行为。但是你那偷跑出来的笑意挑战了你有自我主控权的假设，因为你必须很努力才能控制住一直要跑出来的笑容；你的嘴角要往上扬、要笑，但是你想要表现出沉重、替他担心的表情，究竟这个嘴是谁的嘴呀？又该听谁的呢？

这些问题的答案是你的嘴有好几个老板，有些是大脑中处理情绪的次系统。真正快乐时的微笑不是学习而来的，地球上有记录的每一个民族，都以微笑来表达内在的快乐状态，天生盲聋的孩子也会笑，他们发展出微笑的时间跟正常孩子一样。至于什么可以使人快乐就有文化上的差异了，田鸡腿和以寡击众的英雄式电影在法国受到不同程度的欢迎就是明证。假笑也有文化上的差异，例如美国空中小姐站在门边向你道别的微笑[2]，但是真正快乐的微笑是全人类都一样的。

很讽刺的是从假的微笑让我们看到真的微笑是个反射反应。150年前，法国神经学家杜乡（Duchenne de Boulogne）开始研究人类表情的肌肉运动，他用当时的摄影技术拍下了被试在各种情绪状态下的表情，并且用弱电流去刺激插在某些肌肉上的探针以激发出某种表情来。1862年，他发表了他的研究成果，书名为《人类相貌的机制》（Mechanism

of the Human Physiognomy）。10年后，达尔文在他的畅销书《人和动物的情绪表现》（The Expressions of the Emotions in Man and Animals）一书中引用了很多，但是杜乡的研究很快就被人们淡忘，100年后才被加利福尼亚州大学旧金山校区的心理学家艾克曼（Paul Ekman）所重新发现，艾克曼现在被公认为世界脸部表情的权威。

杜乡研究中被引用最多的是微笑。虽然工具很简陋，杜乡确定了真笑和假笑动用到完全不同的脸部肌肉。最显著的差异在鱼尾纹：真笑时鱼尾纹会出现，假笑则眼睛不动（艾克曼把真笑称为杜乡的微笑）。控制眼睛微笑的肌肉叫眼轮匝肌（orbicularis oculi），它的启动已被证明来自内在的快乐。现代的脑造影技术显示大脑快乐中心的活化与眼轮匝肌神经是同步的，但是只有嘴角动一动的假笑却不会引起快乐中心的活化。下一次你想知道恭送你出门的侍者是否真心希望你有万事如意的一天时，请察看他眉毛的外沿——假如没有稍陷下去的话，他就是假意的。

杜乡对微笑肌肉的洞察使我们容易分辨出真情和假意，但是它同时也让我们知道自我和情绪的差别——杜乡的微笑不是意志控制的。你可以用意志摆出一个笑脸，但是真正的笑脸受意志所控制的只有一部分，这可以在中风的病人身上清楚地看到。一个中央面部神经麻痹（central facial paralysis）的病人无法自主地控制左边或右边的脸，看受损的是哪一个部位的神经，当请他们微笑或大笑时，只有一边的嘴角上扬，另一边则不动；但是当他们听到一个笑话或被搔痒时，两边的嘴角都会上扬，整个脸都在笑。

这是为什么微笑有不止一个主人：有的时候是情绪系统在下命令，有的时候是控制自主脸部运动的肌肉在下命令（当然，依大脑控制的区域不同，微笑的表情也稍微有些不同）。那么，你对手不幸的消息如何

使你的笑容偷跑出来呢？这是两个大脑系统争夺同一个脸的控制权所造成的。大脑控制自主肌肉运动的运动皮质（motor cortex）送出指令，要脸做出同情的表情，但是你的情绪系统要求一个露齿而笑，你的脸无法同时满足这两个要求，所以两个要求都有一点反应：从一个微笑很快就转变成担忧的同情。

所以公司圣诞派对带给你的新知是：你的大脑并非像计算机一样有个中央处理器（central processor），它是很多个次系统的组合，这些次系统又被称为模块（modules）——它们各有各的专长，彼此竞争。我们平常只有在这些模块的目标不一致时，才会注意到它们；当它们同心协力时，会创造出一个完整的自我感。这个“我”（selfhood）有好几个概念并不是神经科学最早发现的，许多艺术家和哲学家都描述过在完整外表下面支离破碎的“我”，最有名的是伍尔芙（Virginia Woolf）在100年前就描写过两个自我在挣扎的情形，下面摘录自她的《达洛维夫人》（Mrs.Dolloway）一书：

她不知道已经在镜子中看过自己的脸几百万次了，但是始终是张不可了解的脸！当紧缩起嘴唇，她的脸就变得很有个性、阴沉、果断。这是她需要对外展现自己时所做出来的外表，只有她自己知道私底下的她是多么的不同，一个女人坐在梳妆台前要摆出一个非她自我的另一张脸……

弗洛伊德把心理看成三股竞争力量较劲的场所：本我、自我和超我。现代对大脑的了解粉碎了弗洛伊德早期的看法，将大脑变成有几十个竞争的部件，每一个都负责性命攸关的工作，如有的掌管心跳、呼吸，有的掌管“战或逃”的本能，有的掌管脸的辨识等。你的人格其实就是各个不同长处模块的组合——它受到先天和后天两者的影响，你的基因和你的经验都跟它有关系，换句话说，你是你大脑中模块的总和。

假如心智的模块本质隐藏在后面使我们看不见，那么有什么能使我们一窥这些部件的交互作用呢？目前有好几个方法，一个是从病人的观察着手。例如在萨克斯（Oliver Sacks）的畅销书《错把妻子当帽子》（The Man Who Mistook His Wife for a Hat）当中，描写有些脑伤的病人某些部位受伤了，其余部位还完好，结果就会出现异常的行为；抑或是吸毒的人，毒品对他们大脑的作用就好像丢一把老虎钳到转动的机器中，使得很多模块的作用改变了，这就是为什么吸毒的人常会无端听到有人跟他说话。当然你也可以直接利用最新的脑造影技术观看大脑内部的工作情形。

另一个比较有趣的了解模块心智的做法是透过错觉（illusion）的后门，去看模块对大脑所玩的花样。视觉错觉利用视觉系统中次模块的冲突（或是矛盾）而让我们看到模块的工作情形。例如区辨背景和主体的模块、辨识物体轮廓的模块或是在三维空间中找到物体的模块，当他们接受的信息有冲突时，我们会有错觉产生。你还记得小时候玩过这个游戏，原地一直转圆圈，然后突然停下来，这时周遭的东西仍然在转。在这游戏中，当你旋转时，房间里的东西在朝着你的反方向动，你好像站在走马灯的中央。为什么房间会在你已经停止后仍继续在转？为什么会好像是反方向在转？

这个童年的游戏让我们看到大脑模块侦测动作的方式。大脑评估你有没有在动时有两个主要信息来源：一个是你视觉皮质所送出来的信息，另一个是你内耳前庭半规管内的液体晃动的信息。大多数的时候，这两个部分送来的信息是一致的，但是当你突然停止时，耳朵里的液体因着惯性的缘故仍在晃动，而你的视觉反应会因你停止动作而立刻静止。这时大脑触觉中心就收到两相抵触的信息：内耳报告你还在动，但眼睛报告你已经停止了。大脑解决这个冲突的方法是假设两者皆对，你

还在转，但是跟以前转的不一样了。这个现象让我们看到大脑如何解决所收到的相抵触的信息，这不是一个正确的解释，但它是在两边都不得罪的情况下最好的解释[3]。

模块的不一致其实是解释“公司圣诞派对微笑”很好的一个方式：有一部分的大脑想要笑，另一部分的大脑想要表示同情，这结果就是“表情露馅”（slip of the face），嘴巴和眼睛泄露出社交过程中的你所要抑制的。所以大脑是一个网络，每一个模块之间连接的强度及每一个模块本身的强度都会对这个网络最后的输出造成影响。男性和女性在神经组织上最显著的不同是在联结两个脑半球的神经纤维束胼胝体（corpus callosum）上，女性的胼胝体比男性的厚且大，肉眼就可看出差别。科学家认为这个差别是女性在处理两脑不一致信息时，比男性强的原因[4]。

有些人很能压抑笑意，有些人则很差；有些模块可以否决其他模块的决定，有的模块只会屈服。成长的过程从更广的角度来看，可以说是各个情绪中心慢慢地相互征服。掌管恐惧反应的杏仁核（amygdala）慢慢被后来才演化出来的前额叶皮质所征服，前额叶是负责自主性动作、长期计划及其他高层次的认知功能；婴儿出生时，他们的杏仁核就发展得很不错了，这是为什么婴儿一出生就很懂得惊怕，但是他们的前额叶要过了童年期才成熟。

所以不但大脑是各种模块所组成的网络，每个模块之间还彼此竞争。关于大脑的模块不能把它想象成神经的成绩单：在脸的辨识得到高分，在心智的阅读则不及格。这是因为模块之间交互作用：有时抑制，有时放大作用，有时作新的解释——大脑不是稳定的人格特质名单，而是一个生态系统，模块是既竞争又合作。所以我们学到的第二个新知是：大脑是个弱肉强食的地方（It’s a jungle in there）。

如果现在了解了这个背叛的微笑，那么侦察这个微笑的系统又是怎样的呢？这个无声的对话在你“表面上的朋友”第一次跟他自己说，你好像对他不幸的消息感到高兴时就开始了，因为你的眼睛和你的嘴巴反映了你内在的意念。阅读心智有点像阅读眼睛：我们从别人眼睛中可以得知很多他内在的念头。眼睛是脑科学家建构心智理论的基石。

阅读心智和阅读眼睛的关系开始得很早，在童年的早期就发展了。事实上，因为它发展得非常早，因此有人认为这不是一个习得的行为。婴儿在一岁之前就会随着你眼光的移动而移动，如果你在看屋子的一角，他们也会转过头去看那个方向，然后他们会回头看你，以确定你们两个看的是同一个东西。因为我们做得又好又不费力，所以你不觉得这有什么了不起，但这其实需要非常精密的视觉操作，所以有人认为它不可能是文化学习的产物。

试想一下跟随着别人凝视的意义：第一，你必须了解别人有他自己的世界、他自己的观点，跟你是不一样的；第二，有些观点透过眼睛流入心智；第三，你可以知道别人在看什么，只要从他眼睛中央瞳孔向外画条直线就晓得了；第四，当瞳孔转移时，他的凝视也转到别的物体上了。假如你想知道别人看到了什么，你只要跟随他的瞳孔运动，把你自己的目光移到那个物体上便行了。

假如目光追随的行为只是后天学习来的，那么孩子一定要到四岁、去学校学上一个月才学得会。婴儿在四岁以前汤匙都拿不稳，更不要说追踪眼球的动作去归纳出别人内在的心智状态了。凝视的追踪不可能是后天学来的，然而婴儿却会，因为他们大脑中有这个机制替他们追踪别人的眼睛，这有点像心理物理学：人有心智，人的心智看到不同的东西，一部分的知觉透过眼睛得来，假如你想知道别人在想什么，看他的眼睛就是了。这个生物上的线索很早就有了：有一个研究发现两个月大

的婴儿比较喜欢凝视眼睛而比较不喜欢脸的其他部分。

当我们逐渐长大时，我们更学会从别人眼睛中去寻找微妙的线索：不只是他们在看什么，还包括他们在想什么、他们感觉到什么。因为我们的情绪系统是直接连到我们脸部肌肉的，所以我们只要看他们的眼睛和嘴角就能知道他们的心情。有的时候这些线索比一个人描述自己心情所说的话更正确，我们从“公司的派对”中就知道了。

目光凝视的追踪和情绪表情的辨识是心智理论的两大基础，但是我们还有别的线索。我们会通过说话语调的高低来判断情绪，我们设身处地替别人想——即心智理论的模拟理论（simulation theory）——你的大脑一直不停地模拟别人的心智来预测他下一步会怎么做，所以你会预期别人会怎么感觉。

每次你跟别人说话时，你的大脑便在做这些工作，这需要很仔细的训练或很可观的注意力分散，才能使你的心智不去推论当别人在跟你说话的此刻心中在想什么。心智阅读是个背景历程，处理完了会把答案送到正在进行的主体历程，我们会了解自己突然想到什么，却不知道这个信息从何而来，或是我们撷取这个信息做得有多好。

我们阅读心智的高超技术有一部分来自我们是群居动物的遗传，因为我们的大脑是演化来的，所以本来就会有建构别人心智的机制，而且我们继续在演化，在复杂的社会环境中，能够比别人更有手腕或更能跟你的伙伴合作是生存的要件。就像有些动物发展出神经系统特别对突如其来的动作或是对声纳（sonar）敏感一样，我们的大脑也发展出精密复杂的模式来了解别人大脑的运作。假如你花一生的时间在处理社会关系，你的大脑会发展出一套相应的方式来，你大脑的建构是预期一个有氧、有光、有地心引力的环境，它同时也期待环境中有很多其他的大

脑。所以第三个新知是：在内心中，我们都是外向者。

我们都是外向者，除了那些大脑在发展时没有形成正常的心智阅读系统的人。在社交上有缺陷的神经疾病有几十种，但是最普遍、我们最熟悉的就是自闭症。

自闭症者通常拥有很多我们正常人所没有的能力，例如像照相机一样的记忆或是很强的数学能力。他们对机械的东西很拿手，例如计算机，但是他们在社交技能上就差得太多了。虽然有些自闭症者可以学会用语言沟通，不过他们跟别人说话时会少掉一些东西，他们不搭理别人，在情绪上保持冷漠遥远的距离。

现在许多专家认为，保持遥远距离是有神经学上的原因的：自闭症者无法阅读别人的心智。他们通常有中上的智商，他们一般逻辑性的推理能力很强，但是他们缺乏社会智慧，尤其是对别人说话时内心的念头毫无概念。自闭症的孩子必须要去学校学习阅读别人脸上的表情，对他们来说，阅读别人脸上的表情就像我们学习阅读一样困难。当你在跟别人说话时，你并不会对自己说："啊哈！他的右边眉毛上扬了，他一定在高兴。"你只感觉到他的脸有个快乐的表情，但是自闭症者必须做上述的分析，还要记得什么表情跟什么情绪是连在一起的，然后仔细研究别人说话时脸部肌肉的活动，透过它来寻找线索。有一个早期诊断自闭症的方式是看他会不会跟着别人的眼睛转，自闭症的孩子似乎天生就没有社会互动的能力，他们是心智的瞎子。

巴隆–科恩认为自闭症的症状是个连续性的维度：虽然有人是极端的自闭，但是有几百万人是轻微的心智瞎子。因为自闭症男性比女性多10倍，因此巴隆–科恩认为自闭症应当被视为极端的男性大脑倾向，而不应该被视为单独的行为偏差。在数学和物理的领域中充斥着濒临边缘

的自闭症者：在历史上，我们看到有很多卓越的数学天才，但是他们人际关系却非常差，说话心不在焉，前言不接后话，他们不了解别人脸上的表情暗示。即使你是个很好的心智阅读者，你偶尔也有“自闭的时候”，有时你会机械性地与人说话，心中其实正想着别的问题。假如你熟读这个领域的文献，你会不由自主地将你的同事和朋友划分为很能了解别人心意的心智阅读者（mindreaders），以及不太能了解别人心意的心智失读症者（mind-dyslexics）。你开始评估你自己跟别人说话时的表现，心智阅读变成你评估自己和他人的基本词汇：有些人很有幽默感，有些人学习得很快，有些人是很好的心智阅读者。

假如自闭症是一个连续维度的症状，那么你就可以在这连续维度上找到自己的定位。你可以去做一下巴隆–科恩跟他同事一起研发出来的自闭症频谱商数测验（autism spectrum quotient test），在网络上回答50个问题，然后你会得到一个数字，介于1和32之间，数字越高越趋向自闭症（中数为16.4）。这不能算真正的科学（hard science），因为这个测验靠的是自我评估，并非客观的测量，而且问题范围很广。假如你相信自己有这个能力去评估你的人格，这个测验可以提供给你一个大略的自闭症商数（AQ）。

所有的问题编排成你可以选择“绝对同意”、“有一点同意”、“有一点不同意”以及“绝对不同意”。

我常常发现我不知该怎么维持谈话的进行。

当别人跟我说话时，我很容易了解他话语当中所没有说出来的意思。

我通常只注意整体，不太注意细节。

……

我对记电话号码不太拿手。

我常常没有注意到环境摆设或朋友外表上微小的改变。

假如你熟悉自闭症的文献，这些问题背后的意思也就一目了然了。当我做这个测验时（假如你一定要知道，我的分数是15，比一般人稍微少一点自闭），我了解某个问题是针对面部表情所设计的，某个问题是针对数字记忆所设计的，只是当我做完回头去看这个测验时，我才发现我对这个领域的熟悉度使我看不见这个测验背后真正的意义。

请看最后两个问题："我对记电话号码不太拿手"及"我常常没有注意到环境摆设或朋友外表上微小的改变"。假如你在做测验时已经知道一些有关自闭症的文献，你会立刻把它们归类到AQ频谱上相反的两端：你认为一个有自闭症的人很会记电话号码但对别人外表上微小的改变则不会注意。但是假如你不知道任何有关自闭症的文献，假如你只是对人类心理学有些普通的认识，那么这两个问题的看法就不一样了：你可能认为对数字记忆力强的人也更可能注意到外表上微小的改变，这是个专注于细节、小处的人。假如你知道自闭症的大脑科学的话，那么这两个问题就是一正一反的负相关，因为数字能力和心智阅读并不是一般智慧的结果，它们是不同模块的表现，当大脑在分配路线时这些模块由于一个未知的原因，被共轭[5]（yoked）地放在一起了。

这是神经科学带给我们对自己了解的一个重要顿悟：一个领域表现的强或弱常可以预测另一个看起来毫不相关领域表现的强或弱。我们会直觉地感觉到有些人的语言能力很好，不过视觉空间的处理能力却很差，或是说，盲人的听觉能力比一般正常人的听觉更好；但是如果你说那些能在大脑中算出立方根的人追踪其他人眼睛移动的能力很差，别人

大概不会同意，然而这却是大脑的实情。你越了解现代脑科学眼光中的心智，你越明白你的某个独特的人格特质其实不是离群索居、独特的。大脑中充满了零和（zero-sum）的游戏——一项能力的卓越是另一项能力低落的代价。有的时候大脑在相关的领域中求得平衡，有的时候看起来又像八竿子打不着的领域，所以我们最后的原则是：你的大脑里面有许多奇怪的人共住在一起。

心智阅读会是慢慢消失理论中的一个吗？这个慢慢消失会把你的感觉转换成你自己吗？我认为会，但是要了解它的重要性，你不能把“心智阅读”想成是“同理心”（empathy）。我们都知道有些人比其他人更具同理心，对别人的感觉更敏感。同理心是个很强有力的人类特质，低估它在我们社会互动中的中心地位是错误的。可以说同理心不是什么新发明，新的发明在于每一分、每一秒心智立即能阅读别人的心智。同理心是你所意识到的别人的感受，你对自己说：“看到她这么难过真令我心碎！”心智阅读是快速的、看不见的，它像闪电一般收集资料：说话语气暂时的改变、允诺时句子中间的短暂停顿令你察觉到他的犹疑，或是短暂、几乎看不出的扭头侧目。你在这些信息被解释以后才会有意识地评估这些数据——“为什么她听到这个消息好像很惊讶的样子？”但是解释这些信息很像是反射反应而不是特意的评估或分析。有一个解释心智阅读的方式是透过表演者经常使用的说法：“你会感受到你的观众的反应。”（having a feel for your audience）你感受到观众的反应跟你对观众的感觉敏感是不同的，后者就是同理心。

在我开始读心智阅读神经科学文献的几个星期之后，我发现在与朋友聊天时，我在大脑中做第二级的后设内在对话。过去我是看着他们脸部的表情来寻找细微的线索以推测他们内心的状态，现在我在看的是他们对我表情的反应，推测他们心智阅读的能力。在某个晚宴上，我听着

一位朋友讲一个本来30秒就可以讲完的故事，但是他一直在东拉西扯讲些不相干的事，突然之间，我发现我了解到过去我一直觉得他有毛病，但就是找不到适当的字来形容——他是心智失读症者！我终于明白过去这么多年来为什么我喜欢跟朋友（大部分是女生）聊天的原因了——我们内在的对话跟外在的一样丰富，我把自己放在同样的显微镜下，发现在某些社交场合，我会被与我相谈甚欢的对象给套牢，但是在其他的场合我的心智阅读天线却收不到信号。这个共鸣是慢慢消失的象征——就像你脑海里有某首歌的旋律阴魂不散地缠绕着你，使你走到哪里都会不自觉地哼出来。

我越来越想把自己的心智阅读能力量化，那个自闭症商数测验引起了我的兴趣，但是它太主观了，而且它所评估的技术中，关于分析脸部表情细微反射反应的部分跟同理心类别一样多，我要的是像做视力验光时那种客观的分析。我认为假如说有任何人可以做到这个要求的话，一定非巴隆–科恩莫属，这是为什么我会坐在他的实验室中，瞪着计算机屏幕去思考垂下的眼皮和皱起的眉毛究竟是什么意思。

在我坐下接受心智阅读的眼睛测验（reading the mind in the eyes test）之前已经读过有关的文献了，我一开始时觉得很简单，做完才发现并非如此。研究情绪的学者常把人类的情绪分成两大类：主要的情绪和次要的情绪。前者如快乐、悲伤、恐惧、愤怒、惊讶和厌恶；后者为困窘、嫉妒、罪恶感和骄傲。我估计这个测验不过是要将这10种情绪跟眼睛配对，这应该是很容易的事。

但是当我真正开始读实验的指导语时，我才惊觉每一种情绪的定义居然这么复杂，长达数页的名词解释中竟包含有93种情绪状态，从“震惊得说不出话来”（aghast，或是倒吸一口气），到“踌躇不定但倾向可能”（tentative）。我以为我只要选“快乐”或“悲伤”，想不到测验要我区

辨“抛媚眼勾引”（flirtatious）、“嬉戏”（playful）和“友善”（friendly），或是“不高兴”（upset）、“担忧”（worried）和“不友善”（unfriendly）。当我读完这张单子时，一个念头浮现在我脑海：我过不了关，我不可能在两个静止的眼睛里找出这么微妙的情绪来。或许我的自闭症商数不正确，假如一个正常人可以从眼睛表情中读出这么复杂的情绪，那我跟雨人（Rain Man）的距离显然比我想象的还要近。

测验开始于黑白照片中一双老人的眼睛，左眼张得很大，右眼有点垂下来，我的选项为：“可恨”（hateful）、“惊恐”（panicked）、“高傲”（arrogant）或“嫉妒”（jealous）。我的第一个反应是去选“惊恐”，但是在我研究了右眼之后，我开始改变主意，那是否有一丝愤怒的意味在里面？或是受伤的感觉，像一个嫉妒的丈夫回家发现妻子在别人的怀抱里？我越仔细看就越不确定，最后我决定采用第一眼的感觉作为答案。

嫉妒（jealous） 惊恐（panicked）



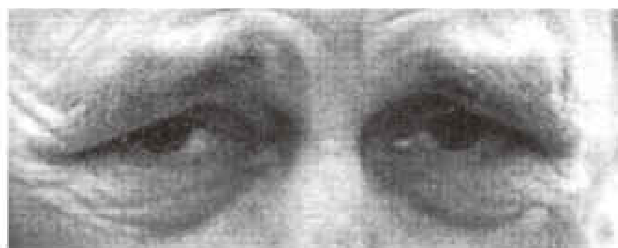
高傲（arrogant） 可恨（hateful）

嬉戏（playful） 安慰、鼓励（comforting）



烦躁（irritated） 无聊（bored）

惊恐（terrified） 不高兴（upset）



高傲（arrogant） 恼怒（annoyed）

我转到下一张，那是一对年轻的眼睛，分不出男女，这对眼睛非常对称，有一点点斜视，我对自己说：“这就是他们所说的眼睛有神采

了。”第一个情绪的选项是“嬉戏”，我立刻说：“就是它！”但是我又看到“安慰、鼓励”（comforting），“烦躁”（irritated）和“无聊”（bored）。这绝对不是“无聊”，但是可能有点“安慰、鼓励”的意思，看起来很有同情心。当我再去搜索原来的“嬉戏”时，我以为我在那对眼睛中看到了一丝“烦躁”。这真是疯狂！我过度分析这些眼睛了，还是顺从第一个感觉，这个测验本来就是测量你内心的感觉的，所以我就选了“嬉戏”，然后再往下做。

当我一直做下去后，我对选择第一个感觉的反应比较顺利些，但是每一次都是我越分析，就越觉得第一个感觉不对。几乎所有的问题都是在看第一眼时我得到一个感觉，之后第二眼的分析又推翻前面的感觉。不过我还是选择我第一眼的感觉做答，到做完时，我想我大概答对了一半，在这种微妙差异的情绪测验中，这样的成绩应该还过得去。

结果揭晓时，我比自己所评估的好得太多了，我原以为36题中会错18题，结果只错了5题。在前面的17题中，我竟然全对，尽管我当时充满了第二种想法。当你认为你考差了而你却拿到A时（至少也有），那真是有趣的测验，尤其是你全部依照内心的感觉走，忽略理智的分析。当我想要理智地分析每一个眼皮、想要有意识地去解释它时，这个数据反而变得没有意义了：折叠的眼袋并不代表任何意义；当我只是看、不去想时，内在的情绪就跑出来了。我不知道什么东西会使眼睛闪耀出神采来，但是当我看见时，我就知道。

假如跟雨人有任何关系的话，答案就在这里了。我们心智的计算这么快又这么透明，你根本不觉得你在思考，这是为什么英文说它是“本能的内脏感觉”（instinctive gut feeling）。自闭症的人在火柴掉在地上散开时，能立刻看出地板上有多少根，这个数字浮现在他们的脑海中，就像我们看到一张脸那样生动又自然——他们对数字有“内脏感觉”，就像

我们对“嬉戏”和“惊恐”等情绪有感觉一样。

只是这些感觉并非来自内脏。在我做完测验以后，我问巴隆–科恩这个测验是什么意思，我在分析眼睛时，我的大脑在干什么？“我们对于正在做阅读眼睛（reading the eyes）测验的被试进行大脑的扫描，发现他们的杏仁核有活化的情形——想要找出人们的思想和感觉；反观自闭症的被试，他们的杏仁核活化程度就差了很多。”他解释道。从许多方面来说，杏仁核是大脑“内脏感觉”的所在地，最近的研究显示杏仁核是恐惧情绪的中心（我们在下一章会说到），当人们有“心往下沉”的感觉时，这个情绪多半是杏仁核激发的，杏仁核受伤的病人往往无法察觉别人脸上恐惧的表情。但是巴隆–科恩的测验显示，恐惧只是杏仁核故事的一部分而已，他告诉我：“我认为杏仁核所侦察的情绪其实范围很广。”

受到人们可以区辨微妙情绪的鼓舞，巴隆–科恩再接再厉又进行一个更有野心的实验，“我们决定要找出人类究竟有多少种情绪”。他开始调查有关情绪的描述，从字典、辞典、百科全书中找出几千个有关情绪的字来，然后再把同义字一一删除，得出各自独立的情绪概念。

“我们最后的数字是412。”他笑着说。

英文竟有412个独立的情绪概念，从我们的词汇中包含这么多的形容词来描述这么多的情绪状态，加上非自闭症的人能够在阅读眼睛的测验上做得这么好，这使我们了解我们天生就对情绪的变异敏感。巴隆–科恩最新的任务是帮助那些在侦察情绪变异能力上有瑕疵的人。“我们请演员来将412种表情表演出来，录在DVD上，它像一本情绪的百科全书。”他说。

“那些在自闭症测验表现不好的人可以利用这个人工的方式，去学习

辨识情绪。”因为自闭症者通常在学习一个系统的规则，或把一个整体拆成部件的表现上比一般人好，所以巴隆–科恩认为或许可以透过系统化的辨识情绪脸孔，来帮助他们了解情绪的意义。

巴隆–科恩说：“这种方法并不是与人自然相处的方式，但是你可以学习情绪的规则然后能够懂得去阅读别人情绪的表情，它就像学习第二语言——假如你不是这个语言的母语用户的话，用文法书及句法规则也可以学得会。”这两种做法在大脑中的区域不同：本能的辨识在杏仁核，系统化的规则学习在新皮质，新皮质是高等逻辑和语言的所在地。

杏仁核和新皮质的冲突解释了我在做这个阅读眼睛测验时的犹豫不决。我的内在感觉来自杏仁核！在那之后，新皮质开始系统化分析，但是我还没有训练我的新皮质去辨识情绪，也还没花时间去研读巴隆–科恩的情绪百科全书，因为我的杏仁核表现得非常好，使我从来没有想到还有需要去寻求别的帮助。所以我越用逻辑的方式去分析眼睛，我越不知道答案是什么。下一次你遇见陌生人时，不要相信你的内脏感觉，内脏跟它一点关系都没有，你要相信你的杏仁核。

在詹姆斯的小说《金碗》（The Golden Bowl）中，一开始有一幕戏很重要：刚刚结婚的美琪走进来时，撞见她丧偶多年的老父——亿万富翁亚当——正在跟一个年轻的女人调情，因为她自己已结婚，所以她对事情有了新的了解。一见到这个场面，她突然想到一个可能性：父亲可能会再婚，因为多年来相依为命的女儿出嫁了。这本书的故事就是围绕着她当时所想到的这个可能性而发展，她父亲果然再婚了，后面引出一堆不幸的后果。但在一开始的这场关键戏中，父女并没有交谈，它完全是心智的阅读：

“美琪的出现”替亚当做了决定，他有一个新的、非常鲜明的知觉。

这真是完全不可思议：知觉就在那里当场展开，就像一朵最奇怪的花儿一刹那之间完全开放了。这一刹那就是他看到他女儿眼睛的表情，这个表情让他知道她已了解她不在场时所发生的事。

视觉沟通是双向的，当亚当在默想他女儿眼睛的表情时，她也明白他看出来了：

在美琪出现还没有开口之前，他察觉到他自己，也了解到她看到了一切。她的脸再无法对他隐藏这个秘密，尤其当她立时明白了他们两人都在想的东西之后。

詹姆斯花了10页的内容来描述这场“无声的沟通”——把心智的录音带转慢来分析每一个肌肉的跳动和每一句没有说出来的话。这段话是一个非常好的例子，让我们看到人类的心智观察入微的能耐，它呈现在两个层次：首先，父女二人无声的对话，每一个人都读到了穿越房间那两道目光中所包含的信息；然后透过詹姆斯诸多篇幅的微妙分析，我们用詹姆斯本人般的观察力，了解这种目光交换的深层意义。

我在此提到这场戏，是因为我认为詹姆斯所做的，很像大脑科学所带给我们的自我觉识，它帮助我们以一个清新的角度来看我们跟别人的互动，去察觉长期的互动形态，或看到极短暂的本能，这些原本是我们没有注意到的，有时它们在意识之下工作，有时因为太熟悉了以至于看不见。科学家和小说家的洞察力是不一样的，詹姆斯并没有提出一个可行的理论，来解释亚当如何从美琪的目光中收集到这么多信息，科学家通常则不会浪费笔墨来描述他们的发现。无论如何，两个方法都让我们看到心智的生命，如果用詹姆斯的术语来说，就是它给了我们区辨的能力。

近年来，只要大脑科学和艺术有交锋，这个问题都是以进化心理学

的方式提出：达尔文的理论可以让我们了解文化如何成就艺术吗？会提出这样的问题是因为在某个层次上演化的解释是反对艺术的。纯粹的达尔文心智模式是有关人类的普遍性，以及是什么使我们团结成为一个种族。好的小说、绘画和电影是描述有关人类的普遍性，以及个人历史与公共历史之间的冲突。进化心理学家所能做到最类似的叙述形态就是神话："祖先们所遭遇过的打击，及这些打击如何转化成动机，反而造就了人类的生存环境。"创造性艺术就是当个人生活与人类动机相遇时所发生的事情，这些艺术所描述的其实就是历史。这是为什么当达尔文主义者与艺术评论者坐在一起开会时，常有火花爆出来。

然而当你把镜头拉远，超越进化心理学的角度时，这个冲突就消失了。脑科学就很像这种偶然的际遇，而个人的人格是时代考验后留下的人类普遍性。过去几十年的研究显示当我们成长、发展时，特殊的记忆会改变我们，生活的经验也会像基因一样改变我们的大脑。当我们在做一个无声的心智阅读对话时，我们动用到进化来的人类本性中的认知工具，但是每一次心智阅读的交换都是独特的，依那个人的记忆和个人生活的经验而有不同的色彩。我们大脑天生设定了看到微笑时，知道它代表内心的快乐，但是一个微笑也可以是童年时父母对我们的微笑，电影明星从银幕上射下来的微笑，或是今天早上在饭桌上所讲的笑话。脑科学可以告诉我们这些个别的记忆是如何形成的以及它又如何影响我们之后的行为。了解过去事件对现在行为的影响对了解大脑具有关键性的影响，所以本书并没有单独分出一章来谈记忆，而是在任何一章中都谈到记忆。

伍尔芙描述人一方面变老，另一方面学会了"抓住经验，慢慢地在光中旋转"。记忆改变我们对于现在的知觉，但是整个过程更细微：在新情境中所激发的旧记忆会改变这个记忆。有很长一段时间，神经科学家以

为记忆像图书馆中的藏书：当你的大脑想起某件事时，就好像在图书馆中搜寻某一本书，把它抽出来读。但是现在科学家知道那是错误的观念，记忆是个重新建构的历程——每被活化一次就再一次被重写过——这个机制叫再固化[reconsolidation，弗洛伊德也看到了这个历程，不过他给它不同的名字：回溯活化（retroactivity）]。假如你要连接两个神经元（神经元的联结是神经学习的核心），你需要合成蛋白质。针对老鼠的研究显示，假如你在老鼠做某个行为时阻碍蛋白质的合成，这个已经学会的行为会消失——大脑并不是把几天或几个月前所学的记忆叫出来，大脑是形成一个新的记忆。所以当我们记得一件事时，我们是在创造一个新的记忆，这个记忆跟之前的不同，因为它受到上次事件之后发生在我们身上其他事件的塑造。所以科学告诉我们两件事：一是我们的大脑是设计好了专门捕捉每个人不同的日常生活经验；另外是我们对这些经验的记忆每一天都被重写一次。

你只要读几页的普鲁斯特（Marcel Proust）的作品就知道，艺术家千百年来就在做这件事，就像詹姆斯捉住了心智阅读转换心智的力量。历史上文化界人士——尤其是诗人、小说家和哲学家——一直都扮演着打开我们视野的角色任务，文化使我们了解大脑的功能，就像亚当的凝视使他的知觉突然像花朵般绽放一样。文化继续在做这件事，所不同的是现在它们有了竞争者。

[1] 美国高中生要进入大学时的全国性测验，只是该测验并非一试定终身，而且学校也不全然依据SAT成绩来录取学生。——译者注

[2] 中国也有说皮笑肉不笑。——译者注

[3] 原来乡愿是演化来的！——译者注

[4] 读者可以参考《脑内乾坤》一书中对男女行为在大脑功能上的差异，尤其是胼胝体的关系有详细的说明。——译者注

[5] 共轭是实验心理学的一个名词，如两头牛拉车时，颈子上一定要套一个木枷，使两头牛行走的速度一致，车子才能平稳前进，因此，在实验心理学上共轭的意思就是一个参数改变，另一个也跟着变。——译者注

第2章　我恐惧的总和

我对大脑知道得越多，

我越觉得人类大脑的基本问题

在于杏仁核和新皮质之间的抗争

——情绪中心跟理性在争夺有机体的主控权。

情绪记忆最大的麻烦是它不容易淡化，

大脑天生的设定似乎是在防止恐惧反应被否决

——由杏仁核到新皮质有很多的神经连接回路，

反之从新皮质下来的回路却很稀少。

几年前，我与太太搬到曼哈顿市中心边缘的一幢由仓库改装的公寓中，这个公寓以纽约市的标准来说是很不错的，它还有一个不可拒绝的魅力：有一扇俯视哈德逊河的八英尺[1]高窗户。在住进来的头几个月，不论是暴风雪还是美丽的夕阳，我们都会坐在窗前静静地享受眼前的景色。

那一年的夏天，我们发现这还是一个观察雷电雨的绝佳地点，大部分的气候变化源自西边，所以当气温上升时，新泽西州那边开始聚集雷电，我们坐在家中就能看到一场雷阵雨的表演。某一个六月中旬的下午，一场很强的风雨开始成形，我们后来才知它强到电视台要打出滚动字幕，警告强风来袭。当天色暗了下来、哈德逊河开始出现白色的浪花时，我们站在窗前，脸几乎贴着玻璃，一起观看着大自然的杰作。

这时我们听到一个声音。

一个细微的声音，像树枝被折断，因为风声和雷声很大，使我听不出是哪里发出来的。我太太立刻弹了起来，退到后面，而我仍然站在窗前。

我说可能是房间的门被风吹关上了，我太太立刻走去看看是否如此。但是这个断裂的声音并非来自房间，而是锁住窗户不锈钢框架的螺丝帽松掉了。当我转身想去检查窗户时，一阵强风把整扇窗给吹掉了，破碎的玻璃散得到处都是。因为我就站在窗边，所以整扇窗吹过我的身边，八英尺高像餐桌那么大的玻璃当场在我眼前碎裂；假如我太太没有去后面检查房门的话，她会首当其冲，时速60英里[2]的强风挟着玻璃当场就会要了她的性命。

你可以想象那几秒钟的感觉。第一是时间突然慢了下来，窗户本身可能只花十分之一秒的时间脱落，但是我清清楚楚地记得我觉得我们都该没事，我太太离此很远不会受伤，这个念头是在玻璃落地以前发生的。在这几分之一秒之后，我就想如果暴风雨变成龙卷风的话，站在几百英尺高的大洞前面是非常不安全的。几秒之内，我们逃入浴室把门关上，直到置身安全的地方我才发现我的心在狂跳、手掌在流汗，我的血液涌到四肢准备逃命的突然动作，我的肠胃有“紧张的胃”（nervous stomach）抽筋的感觉，我的肾上腺立刻分泌大量的肾上腺素，将油脂转换成葡萄糖变成能量，预备我随时的逃命动作。我的反射反应全体总动员、戒备起来，使我对另一个出其不意的声音像惊弓之鸟那样跳起来，所有痛的感觉都被压抑下去了。

但是当时我最注意的是我的警戒感觉非常清楚。我记得当时自己在想：假如星巴克能够煮出一杯可以产生像这样感觉的意式浓缩咖啡的

话，他们一定会赚翻天。

这就是身体的恐惧反应，以最快的速度和最好的精准度，整合身体交响乐团的各个生理乐器。我们常说“战或逃”，只有身历其境才会真正感受到我们大脑和身体的自动化系统，在我们的意识下独立运作。在窗户被吹落的那一秒钟之内，我决定要躲到浴室中求安全，但是我的大脑却在同时做了好几个类似的比较，权衡哪里最安全，这个决定的执行完全是在意识之下进行的，而且快如闪电。这个决定的效果跟嗑药一样强有力，只不过它们是来自大脑内部的化学作用。

这个“战或逃”的反应真是令人惊讶，但是它也不是什么新闻，在我们开始监控5-羟色胺的高低或是训练我们的右脑之前，“肾上腺素涌出”（adrenaline rush）就已经成为日常生活的词汇了。身体对恐惧的即时反应大家是很熟悉的，“战或逃”的决策在几秒之内便决定了，它的效果要几分钟之后才能消除，但是它的记忆痕迹可能要过一生才消失。

我对蜜蜂有恐惧症，在我小的时候这个恐惧真是妨碍我的社交生活，我从来不敢去野餐，当我的同学在尽情享受新英格兰灿烂的秋天时，我则躲在家里，因为我害怕蜜蜂螫。我同时也怕高，只是还不到恐高症的地步。我也害怕飞行，不过这跟摔飞机的新闻有一定关系，时好时坏。你可能也有一箩筐你自己害怕的项目，有一些可以追溯到童年的历史，有一些则是基因的缘故。我觉得我对高处的恐惧是先天大于后天的，但是我知道我对蜜蜂的恐惧跟童年好几次的意外事件有关；至于飞行，假如你每天看报纸或电视新闻，你无法不对载满了爆炸性燃料的飞行器感到恐惧，尤其你正用安全带把自己绑在上面。

在六月玻璃事件之后，我的恐惧项目又多了一项：风吹过玻璃的声音。我现在知道窗户会被吹进来是因为一开始就没装好，只用一根螺丝

钉替代两根螺丝钉，我所听到枯枝断裂的声音是螺丝帽脱落的声音。我现在知道窗户已经重新安装好了，而且我相信工程师的鉴定，现在这个窗户绝对可以承受飓风的威力，在往后的五年里我们也经历过几十场的暴风雨，风速都跟上次六月的那场不相上下，而窗户也都完好无恙。然而，只要我听到风啸声，我的肾上腺素立刻上升，我立刻走避到屋子的另一端去；即使身处安全的地方，我仍竖着耳朵在倾听风啸，一定要等到风声静下来我才能专心做事。我的大脑有一部分知道窗户是安全的，只要不超过三级飓风，我都可以安全地观赏哈德逊河的风景；但是大脑的另一部分要我立刻躲进浴室，把门顶好以策安全。

像这样的恐惧记忆是另一个让我们直接感受到大脑中模块本质的方式。即使只是轻微的创伤记忆都会使你留下分裂人格的行为：一方面知道是安全的，另一方面却想逃。所以严重的创伤后应激障碍（post-traumatic stress disorder，PTSD）是个可怕的病症，每次只要见到与原先创伤刺激相似的东西就会发作，对身体是很大的耗损。这个“战或逃”的反应让我们看到身体的生理本能，经典的例子如：你在小巷中遇抢，拼命地逃，或是轰炸时天空中一直落下炸弹来——你的本能反应与你的理智是同步的，你的大脑有一部分在说：“我很害怕。”另一部分说：“害怕得有理。”然而事过境迁，很多年以后，你仍然在听到呼啸的风声后心跳加速，但你的意识对眼前危险状态的评估，已经与你大脑其他地方的评估有落差了——某部分的你知道你是安全的，但另一部分的你却不自禁地紧张起来，究竟哪一个你才是你？

要回答这个问题必须先回到100年前，法国医生克莱帕瑞（Edouard Claparede）有一位得了失忆症的女病人，无法形成新的记忆。这个病人在脑损伤后保留了基本的机制和推理能力，但是每一件事只能在她脑海中保留几分钟，然后就消失得无影无踪。每一天医生都得重新向她自我

介绍，假如介绍完他出去一下再回来，他又得重新自我介绍一番。有一天，克莱帕瑞在他的手掌中暗藏了一个图钉，当他自我介绍时，他都会伸出手与病人握手。这下他刺痛了病人，虽然病人并不知道为什么。

第二天，当他又进行完自我介绍后，伸出手要握手时，这个病人把手藏在背后，拒绝与医生握手。这个病人是有失忆症的，她无法形成新的记忆，但是她却记得某些东西，知道握手是危险的；她无法辨认每天看到的脸和听到的声音，但是她却记得了恐惧。

为什么一个失忆症者会突然想起图钉的记忆？直到最近，克莱帕瑞的病人对科学家来说还像个谜似的，在过去的50年，大家都认为大脑依赖一般性的智慧（当时是把它想成计算机）去提取过去的经验，来对新的情境做合理的评估。这个历程是根据学习和情绪，外界输入大脑，你对过去的输入形成记忆，你有一个万能的计算器，将这些输入彼此测量、权衡轻重后，做出行为的决策。假如你在看到某样东西后体验到恐惧，那是因为在你的记忆库中找到跟现在刺激很相似的危险经验出来，恐惧的记忆本身是次级的效应，它是从理性的大脑传下的命令：“收到的信息显示目前有恐惧的理由，所以现在应该开始觉得恐惧。”

克莱帕瑞的病人使这个模式停摆了：一个记忆系统已经受损的人怎么可能学得会恐惧呢？这就好像我发展出对风的恐惧症，但是从来不记得窗户曾被吹落打破。假如你的记忆库不能提供你过去事件的信息，你就不可能建构出合理的危险评估；假如恐惧是来自对危险的合理评估，克莱帕瑞的病人又怎么会知道应该避开医生的手，却不知道为什么要避开？显然她的大脑的某一个记忆储藏系统有上次被针刺的记忆痕迹，只是无法进入意识界而已。那么这个记忆究竟储存在哪里？

我后来发现学习恐惧（learning to be afraid）是20世纪研究得最多

的行为形态。事实上，克莱帕瑞的图钉对古典行为主义的实验来说阴魂不散，它几乎像巴甫洛夫（Ivan Pavlov）让狗流口水的铃一样有名。假如你把老鼠关在笼子里，给它听一个声音同时施予电击，只要经过几次声音和电击的配对，之后老鼠一听到声音就开始害怕，即使这个配对不是百分之百——偶尔只出现声音却没有电击，老鼠仍然会对声音感到害怕。这个恐惧的反应叫作制约反应：老鼠本来天生就害怕电击，假如声音和电击总是一起出现，它就会学会对声音害怕。克莱帕瑞的图钉是个电击，他向前伸出的手是那个声音，只要一次经验以后，这个失忆症的病人就学会了这个制约的恐惧反应：对医生伸出的手感到害怕了。

行为主义者，诚如其名，只对外表可以测量的行为感兴趣，他们注意的是老鼠在几次“声音——电击”配对后，是否有恐惧的行为出现，他们真的认为你可以从书皮去判断这本书好不好[3]。行为主义者对于老鼠的大脑如何处理这个恐惧的感受，以及老鼠主观的恐惧是什么并没有兴趣，他们把这类问题放进“黑盒子”（black box）中不予理睬，而大脑就是这个黑盒子。

但在过去的几十年里，科学家已经打开这个黑盒子，而且把恐惧的神经路线图给画出来了。目前这个领域顶尖的学者为纽约大学（NYU）说话温柔的认知神经科学教授里窦（Joseph LeDoux[4]）。当我在他华盛顿广场旁边的办公室访问他时，他告诉我他的学术之路，是典型的先苦后甘。“我第一个研究项目申请书被打回来，因为评审员认为情绪是无法以科学的方式来研究的。”他微笑着说。

因为题目的关系，里窦的研究在刚开始时一直碰壁。因为20世纪80年代尚未发明脑造影的技术，他的大脑功能图（brain mapping）的制定很像18世纪时美国探险家刘易斯和克拉克（Meriwether Lewis&William Clark）两人走访美国西部荒野之地，而不像GPS卫

星。“声音——电击”的恐惧制约反应实验给了他一个简单的因果关系途径去探索，因为他已经知道在老鼠大脑中处理声音的路线了。他知道声音什么时候进入大脑、什么时候被整合成有意识的知觉，他也知道重要的中继站，包括三个主要的站：声音数据一开始时在脑干（brain stem）处理，然后到视丘（thalamus，这是大脑一个很重要的中心），在经过这两个中继站后，声音才进入意识界，到达所谓的听觉皮质区（auditory cortex）。

里窦的方式是外科消去法（surgical substraction）：将一只健康的老鼠逐步除去大脑的某个部位。假如你除去这个部位，它还可以学得会声音和电击的联结，那么这个切除的大脑部位就不是恐惧制约的必要条件；但它若因此而无法学会联结的话，你就知道你找到了相关的部位。

里窦从最内端开始，当他切除听觉皮质之后，老鼠仍然学得会恐惧那个声音，它们甚至更极端了，连以前没听过的声音也一齐害怕。所以这个学习不是发生在意识界的终端，它应该在中间的部分，于是他就切除到达听觉皮质前面的那一站。“我一切除，它们就学不会了，这表示声音必须进到视丘的地步，但是不一定要到达听觉皮质。”听觉视丘其实只是个从耳朵到听觉皮质的中继站，这些声音从视丘又到达了哪里？这实验其实隐含了一个很有趣的问题：你可以把整个终点区域切除却不会影响学习，但是假如你切除了中继站，学习就停止了。

里窦认为听觉视丘跟大脑别的地方有连接，他用追踪染色的方式找出从听觉视丘出来的神经回路。他发现它们通往杏仁核——这是前脑一个外形像杏仁的组织，我们在第一章“心智之眼”中曾谈到过。当他切除杏仁核后，老鼠就学不会恐惧了，后来的实验也证实杏仁核的重要性，它被称为“中央神经核”（central nucleus），跟重要的脑干部位有联结，控制着“战或逃”的自主反应，如心跳加速。“我本来没有打算去研究

杏仁核，是研究把我带往那边去的。”里窦说。

里窦的实验显示危险经验有两条路进入大脑：一条是意识，有理智的；另一条是潜意识，天生的。前者被称为“高路”（high road），后者被称为“低路”（low road）。假设你在森林里散步，你的眼角余光看到一个长条形东西在你左边，沙沙作响，在你还没有时间去想出“蛇”这个字时，你的身体已经僵住、心跳加快、手掌的汗腺开始扩大，你大脑中信息的流通如下：你的眼睛和耳朵把基本的感觉信息送到听觉视丘和视觉视丘，在那里，信息分成两条路：第一条路到达皮质，与其他的感觉数据整合，加上比较高层次的联络——“响尾蛇”这个字出现，以及你童年对蛇的经验，或是《法柜奇兵》（Raiders of the Lost Ark）电影中群蛇窜动的情节出现。在这同时，会沙沙作响的长条形动物这个信息也由另一条路传到杏仁核，它马上送出警报到脑干，让身体紧张起来，因为有个危险威胁在旁边。这两条路唯一的差别就在时间：高路花比较长的时间才确定那是蛇，然后做出反应；而低路马上启动保命机制，在几分之一秒内动员了全身[5]。当然，这些复杂的身体反应是不需要学的，你的身体知道如何僵住不动，不需要任何训练；事实上，这些反应对你身体而言根本是自动化连锁反应，你想停也停不了。

杏仁核所记住的创伤事件有两个重要的特质。第一，它的信息不及传统记忆完整（传统记忆就是心理学家所谓的陈述性记忆，declarative memory）。视觉皮质是很尽责的，它将眼前这条蛇的花纹、蠕动的方式以及它在你转身逃命之前所做的昂首吐信动作，都报告得清清楚楚，但是杏仁核的资料却是大略的，就好像一张相片是用“拍立得”（Polaroid）照的，另一张是用数字立体影像相机照的一样。杏仁核可能只储存大略的影像和动作，一条细长蛇行的动物在草丛内钻。高分辨率的信息会超过视丘到杏仁核的神经回路所能负载的容量，所以你得

到的是快速但并不那么好的影像，而不是视觉皮质原先送进来的比较真实的图片（其他感觉系统送进来的信息也是如此传送）——低路的快速反应使身体在最短的时间内对威胁做出反应。但是它有副作用，因为恐惧的记忆是模糊不清的影像，所以许多跟某个恐惧记忆中相似的物体都会引起你恐惧。后院中一截露出草丛的水管可能就立刻使你倒退三步，你的杏仁核很容易受骗，你的视觉皮质可是看得一清二楚的。

这个杏仁核的快速反应也就是创伤后应激障碍这么难治疗的原因。越战老兵每一次听到卡车排气管回火爆鸣（backfire）都会以为他听到AK-47自动步枪的声音，而每一次打雷都会被以为是地毯式轰炸。假如杏仁核可以被训练得稍微好一点以区分这些不同，那么这些可怕的创伤回忆就不会一直被引发。

但是没有区辨力也有一个好处。假如你的创伤记忆太鲜明，你的大脑就不可能从经验中学习——或更正确地说，不可能由经验中学习一般性的规则。假如一个很有区辨力的杏仁核碰到一条咖啡色斑点的响尾蛇，它以后就不会去害怕没有斑点的蛇；如果过去的经验是蛇从左边来，那就不会害怕从右边来的蛇。恐惧记忆的粗略性使你可以超越细节而形成一个通则：如果有东西在草丛中蠕动，不论它有没有斑点，先逃命再说。在阿根廷文学家博尔赫斯（Jorge Luis Borges）的经典小说《方斯的记忆》（Funes the Memorious）中，主人翁有着比照相机还清楚的记忆，但是他却深受这个特异才能之苦（他不认为是天赋异禀，反而认为是个诅咒）。他可以记得20年前发生事情的细节，所以最后结尾时，书中旁白说：“我怀疑方斯没有思考的能力。要思考必须要忘掉一些差异，去类化、去抽取异同，在方斯的世界里，除了细节还是细节，当一个世界塞满了细节时，他会看不见整体。”杏仁核以减低分辨率的代价，达到搜寻外界可能性伤害的共同点，形成思考的能力。

恐惧学习另一个很重要的特质是所谓的“镁光灯记忆”（flashbulb memory）。在创伤事件发生时，你的大脑储存的不只是响尾蛇、快速冲过来的汽车或是AK-47的枪声，你的大脑储存的是当时外围情境的一切。这是大脑神经回路的特质，也就是很有名的那句“一起发射的神经细胞，连接在一起”（cells that fire together，wire together）。不同的刺激会激发不同的神经元，当这些神经元同步发射时，它们会形成新的神经回路。当这个神经回路的连接很强韧时，一个神经元的活化会带动这条回路上其他神经元的活化。这个历程是所有神经突触学习的根本，叫作赫布学习定律（Hebbian learning），是加拿大的心理学家赫布（Donald Hebb）在1949年第一次提出来的假设。

你可以回想一下过去的一些创伤事件，例如车祸。你会记得当前的威胁——照在你身上的大灯或紧急刹车轮胎所发出的尖锐摩擦声，但是你同时还会记得撞击之前一刹那车上收音机所播放的歌曲、天空的颜色或路旁行人惊讶的神色。这些信息跟两车相撞并无任何功能上的关系，但是当你在五个月之后听到这首歌时，你会不由自主地恐惧起来。跟紧急刹车声音神经元同步发射的流行歌曲神经元形成了共同的回路，由于一个回路的活化就会带动另一个回路也活化起来，于是你就感到害怕了。

所以我们再一次看到缺乏区辨能力其实是有进化上的适应价值。在生死一线间的情境，你并不知道相关的信息是什么。假设你是在森林中的小溪旁碰到响尾蛇的，溪流的潺潺声跟响尾蛇并无关系，但是蛇尾巴的沙沙声却有致命的关系。我们的大脑是设计来注意创伤事件发生时所有的感官信息，因此不管它是低分辨率或是什么样子，只要这个东西对未来的危机有警告作用，大脑都会去注意它。所以假如我们会因此对溪流水声有不合理的恐惧，大脑还是会采信它——不合理的恐惧不会要我

们的命，但是没有学会合理的恐惧可能就活不到第二天。

在“9·11”恐怖攻击事件之后的几个月里，我开始注意到我的焦虑有轻微的上升，虽然大家向来都说住在曼哈顿的人有焦虑症，但是我可以感觉到这个和过去的不同。晴朗的天气总是使我焦虑，至少比阴霾的天气更厉害，有很长一阵子我都以为这是外在事件联结的学习效果——“9·11”那天天气异常晴朗，万里无云，这是为什么我站在格林威治街上看着世贸大楼燃烧的印象会这么深刻，空气中完全没有任何湿气或污染来阻挡我的视线。所以当同样的天气引升我的焦虑时，我以为它就像车祸时收音机在播放的歌曲一样——与真正威胁无关的细节跟恐惧记忆联结在一起了。

但是有一天，当我走在“9·11”那天早上曾走过的同一条路时，我突然感到灵光一现，我发现我的杏仁核其实找到一条线索是我的理智大脑所没想到的。先不要去管“9·11”之后众说纷纭的炭疽病、天花或是土制炸弹，先去想想那一天发生的事。假如你的大脑是想保护你不被劫机撞上摩天楼的话，那么阴天的确比晴天安全；假如在晴天却缺少飞行计划的情况下要去撞一座大楼都不容易，那么在有雾的阴天就更不可能了；假如即将来临的危险是“9·11”的重演，那么在晴天感到焦虑就没什么不合理了。

在“9·11”之后，我对可能的攻击做了好几个意识的评估：我避开纽约市人潮汹涌的地方、高的大楼，当我必须要到东海岸出差时，我开车或坐火车，不再搭飞机，虽然过去的10年飞机是我最爱的交通工具。这些都是在分析了先前的危机事件后，为避免恐怖分子攻击所发展出来的策略，但是我的杏仁核也在评估危险，发展出它自己的策略。有一个策略便是当天气晴朗时，要小心。当然，杏仁核并不是透过逻辑推理得出这个策略的，它是储存了那一天的镁光灯记忆，在那个记忆中有一个突

出的影像便是“晴空万里”。当后来我的杏仁核再遇到好天气时，它便送出警讯，在我主观的评估那个梦魇的“9·11”时，忽略了天气和攻击之间的关系，但是我的杏仁核却没忘。

这个镁光灯的记忆究竟是存在哪里呢？有些科学家认为杏仁核并没有自己的储存系统来储放带有情绪的记忆，它只是在大脑其他地方制造出来的记忆上面加上情绪的记号。2001年加利福尼亚州大学尔湾校区的麦高（James McGaugh）做了一个古典制约的恐惧实验。假如老鼠踏出一步，它就会受到电击，在受到电击之后，麦高将环单磷酸腺苷（cyclic AMP，cAMP）注射到老鼠的皮质里，环单磷酸腺苷是一个细胞的信使，它可以强化神经突触使记忆增强。两天之后再把老鼠放回笼子中，看它制约的情形如何，结果接受环单磷酸腺苷注射的老鼠记忆增强了。“所以我们知道皮质跟恐惧记忆的形成有关”，麦高告诉我说，“但是假如我们把杏仁核破坏掉，那么刺激皮质就没有任何的效应。换句话说，你必须要有个正常的杏仁核，皮质才会有作用。”

我问他这个实验的意义。“这个实验告诉我们恐惧的学习并不是在杏仁核，杏仁核投射到大脑的很多地方，在那里许多信息被储存起来，杏仁核说：‘你知道你现在储存的是很重要的信息吗？请把这信息记得牢一点，拜托！’它提供我们生活的选择性，你不需要知道三个星期以前你把汽车停在哪里，除非那天车子正好坏掉！”你可以把这个选择性当作大脑运作的方式。

乍看之下，这很像大脑地图，这个记忆是否储存在杏仁核与你有什么关系？

有关系，而且有两个关系。首先，假如记忆是储存在一个很安全、很隐秘的地方，意识无法触及，那么这就替心理失常症开了个方便的大

门，因为记忆在你大脑中有了双重的生命；皮质可能会遗忘，但是杏仁核不会忘记恐惧的经验，虽然很多时候你察觉不到。不久之后，你就发现你对任何地方的晴天都很害怕，而你一点都不知道你的恐惧症是怎么来的。

此外，更重要的是，假如杏仁核是把重要的记忆储存在他处，那么大脑科学就让我们知道我们是如何处理创伤记忆的——是杏仁核的活化强化了记忆。从记忆的观点看，它不在意这个强化是来自事件本身还是它的回忆，只要会捉老鼠，黑猫、白猫都是好猫。假如你的身体充满了“战或逃”反应，你的记忆会很鲜明，即使你只是回忆过去发生的事，你的记忆仍然会很好。

麦高说：“假设你有一个创伤的记忆，不论你要不要去想，它都会一直在你脑海出现。当这个记忆在你脑海出现时，你就重新经历一次原始的‘战或逃’反应。当它一直存在时，你不但记得你被抢的那一刹那，你还因为这个记忆的重新出现，情绪又变得很兴奋。”这个情绪兴奋会强化记忆，愈发使创伤记忆更清楚，就像陷入泥沼中的汽车，越踩油门，车子陷得越深。

当麦高在跟我谈这点时，我回想起窗户被吹落以后的几个星期，我发现我在脑海中一再倒带，重现那天的情况，但是有一点不同：我太太没有在听到螺丝帽断裂的声音时往后跳开，她停在玻璃窗前面五秒钟，所以玻璃整个压在她的身上。这个念头只要出现千分之一秒就足以使我肠胃紧缩，但我还是不停地去倒带、回想，完全身不由己。这整个事件似乎太脆弱了，假如她不是在那千钧一发的时候决定离开玻璃窗往后面去，我们的生活就永远改变了。生死真是一线间，每一次我想到生死这么容易就跨过，就可以感觉到我身体的压力反应又重新经历一次当日的情境。

这经验使我了解了为什么麦高的实验不仅是另一个做得很好的大脑地图实验。知道恐惧记忆储存在大脑的方式使我了解到我对风的恐惧症从何而来。这恐惧的开始，不用说，当然是最原先的那个事件，但是它会形成“症”，最主要是我不停地“反刍”那天可能会怎么样。假如我可以停止我大脑的倒带回放，或是使我的杏仁核在倒带时不要一再激发恐惧的反应，这个恐惧症可能就不会形成。我还是会牢记这个事件，但是当风声呼啸过窗户时，我的心就不会剧烈地跳动了。假如你能阻止你的杏仁核强化记忆，你很可能就能击退恐惧症的反应。

有一个阻止记忆强化的方式是使用药物。乙型交感神经受体阻断剂（beta-blocker）可以在紧张的时候阻止身体的自动化系统启动，许多害怕在公众场合演讲的人有时会在演讲前先服用这种药物，使心跳不要那么快。受到麦高研究的影响，最近有些实验开始给予创伤后应激障碍的病人乙型受体阻断剂，这个药物阻止了身体的自动化反应，使记忆不会持续深化大脑中的痕迹，以减轻创伤后应激障碍的症状。

上述的实验指向一个问题：我们究竟是否应该让病人不断回忆过去痛苦的记忆，不论是对治疗师或对亲人长谈，“重新经历”（work through）以求解脱？从实验结果看来，压抑、不要去想它是否为比较正确的治疗方式？或许你应该等到恐惧反应减弱后再去想它。

我越了解杏仁核，越觉得这个词汇应该变成家喻户晓的名词，至少应该和“自然亢奋”（natural high）的内啡肽或5-羟色胺一样有名。假如左、右脑的功能可以成为管理策略或如何油漆房子等自我帮助（self-help）类书籍的主题，那么杏仁核应该拥有更大的舞台、得到更多的注意才对。当你从配偶的眼睛中得知他今天心情不好，或者你正从一次严重的滑雪意外中康复，还是你在对抗自己对蛇的恐惧症，你的杏仁核都主导着你怎么看这个世界，不论你自己是否知道你在被它操控。我对大

脑知道得越多，我越觉得人类大脑的基本问题在于杏仁核和新皮质中间的抗争——情绪中心跟理性在争夺有机体的主控权。情绪记忆最大的麻烦是它不容易淡化，大脑天生的设定似乎是在防止恐惧反应被否决——由杏仁核到新皮质有很多的神经连接回路，反之从新皮质下来的回路却很稀少，我们的大脑似乎设计了使恐惧系统在危机中掌兵权，不让理性的意识干扰。

这样的设计在远古弱肉强食的环境可能很适合，因为生存常是一秒之间的差别，但在现代的社会中可能就不这么好用。杏仁核可能为了你的生存利益，保存窗户被吹落的记忆，但是假如这个记忆的结果是每当有时速20英里的风刮起时，你就在公寓中坐立不安，那么这个恐惧的神经电路就过头了。

我很想把杏仁核跟新皮质之间的战争拿来套在弗洛伊德所谓的文明的超我（super-ego）和原始的本我（id）上。有些人反对弗洛伊德的潜意识——不愿意接受我们是受到意识知觉以外的动机所塑造，这个动机常与我们所认为的利益相违背——这些人是大错特错了。我们的大脑在表层知觉下进行许多非常重要的工作历程，这是件好事，假如我们必须特意去抓住每一个人表情背后的意义，或是评估新情境中可能的危机，我们什么事都不要做了。我们最好让杏仁核为我们做这些事，即使我们平常不知道它在做也没关系。

所以，依我们现在对杏仁核的了解，应该可以为弗洛伊德辩白一番，但是在某些重要的关键处，这个联结又好像不那么恰当。我们可以从淡化的弗洛伊德术语来看创伤和记忆。我们都知道创伤事件对我们正常记忆有影响，这个记忆的某些部分可以在我们不知觉的情况下存在很久，然后在很奇怪的时刻跑了出来。我们同时也知道我们的心智有时会坚持一直回忆过去创伤的事件，通常是我们叫自己不要想，但是大脑却

拼命在想，这是一个自己无法控制的过程。不过我们对这些现象的解释却很奇怪，当一个遗忘已久的创伤细节跑进我们的大脑时，我们假设这个原始的记忆是被压抑到潜意识中，这个清晰的记忆是被我们又打又骂地推进潜意识的囚笼，暂时屈服了。过了许多年后出现的恐惧症就是这个被压抑的记忆借尸还魂：你不记得你童年曾经被蛇咬，那是因为伤害太强烈了，你的大脑无法处理它，但是当你看到草丛中的水管时，这个被压抑的记忆就爬回了意识界。

但是在现代杏仁核的了解中，我们并没有看到压抑的机制，或是像警备总部一样的检查机制来过滤所有的创伤事件。我们的确看到意识下的记忆被编码了，但是这个记忆并不是被某个内在的检查者所压抑住，它们在意识下是因为杏仁核绝大部分在意识下工作，它调节自主反应行为是我们不能直接控制的。这个创伤的经验不是因为弗洛伊德所谓的自我（ego）不能容忍它，而是因为它包含了对未来生存安全上有用的信息，所以归到杏仁核管辖。有机体必须对响尾蛇的沙沙作响声音有即时但不那么精准（quick-and-dirty）的反应，才能活下来看到第二天的日出，为了有机体的益处，恐惧反应不需要缓慢的意识处理历程，因为等到处理完可能已经没命了。

杏仁核的记忆储存不是内在检查机制的结果，它是为了效率。许多创伤的陈述性记忆也会因时间久远而褪色，然而凡是跟生存有关的在杏仁核都保留了一份记录。假如你小时候被蛇咬过，几十年后，传导的记忆痕迹可能淡掉了，但是杏仁核的初始痕迹仍然存在，因为你曾经差一点送命。从某些方面来看，我们都很像克莱帕瑞的失忆症病人：记得恐惧，但忘了为什么害怕。

有一些动物的实验（主要是老鼠的）显示强烈的紧张和压力会伤害陈述性记忆的形成。持续长久大量的压力激素——糖皮质激素

（glucocorticoid，类固醇的一种）——会使海马体的神经元萎缩，但是假如压力解除掉，它可以恢复。长期的紧张会引起海马体永久性的伤害，所以对于创伤记忆为什么会从意识中消失，但却又一直在我们的肠胃中反应，可能有神经学上的解释——压力反应使海马体受伤以至于不能形成陈述性记忆，但是杏仁核从“低路”拿到了这个创伤的信息，所以你有个情绪的记忆却没有陈述性的记忆。当创伤只记录在你意识下的世界时，这个陈述性记忆就不是压抑的受害者或牺牲者，它比较像你被人抢，挨了一记闷棍，你身体的压力系统被激发了，它立刻引发很多的生理反应：你的血压升高、心跳加快使心脏病发或甚至引发癌症[6]。其中之一的后果是记忆衰退。当一个棒球手的太阳穴被快速球击中时，他醒来后会完全记不得当时在打球，我不是说这个记忆太痛苦了以至于大脑不能处理它，所以把它压抑；我说的是一个时速90英里的快速球会伤害神经元使它们不能去形成记忆。在失忆方面，强烈的压力是很像快速球而不像内部审查。

那么那些阴魂不散、时常跑出来肆虐的创伤记忆又该怎么说呢？过去，一般的看法是认为它有两条路，一条可以追溯到弗洛伊德的模式。他在治疗了许多第一次世界大战的士兵后，写了一本《超越快乐原则》（Beyond the Pleasure Principle），在这本书中他强调人的心智是受到追求享乐这个动机的驱使，有的时候甚至会有“死亡驱动力”（death drive）——有机体不顾一切地追求刺激。弗洛伊德会有这样的想法是因为他在这些士兵身上一直看到一个不合逻辑的心智行为：这些人一直坚持要去回忆那些战场上血淋淋的创伤情境，所以当他们听到巨响时会在眼前短暂地出现当时的情境（flashback）、做噩梦或是惊恐症发作（那时还没有“创伤后应激障碍”这个名词，但是弗洛伊德描述的正是这个病症的现象），这个重复出现强迫性的现象完全违反追求快乐的原则，尤其是在做梦的时候，因为弗洛伊德认为梦是我们欲望的实现。然而这些

士兵一直梦到回到前线，看到战友被炸得血肉横飞，假如人天生就是要追求快乐的话，他们为什么一直要去想这些可怕的镜头？

弗洛伊德解决这个矛盾的方式是说，重新身历其境是心智降服这些记忆的方法。用意志力把这些记忆叫出来，就能使这些记忆无法再躲藏而接受意志的控制，这就迫使它们缴械，减少它们的伤害性。他写道：“这些梦是要回溯过去以便能控制这些刺激。”所以你可以想象当弗洛伊德看到一个小孩因为跟母亲分离而产生焦虑时，他说重复这个创伤行为可以减轻心智的痛苦。他举他孙子的例子，他看到他的孙子把一个玩具藏起来，然后把它找出来，再藏起来，再把它找出来，他认为这个重复的动作会减轻心灵的痛苦。

但是弗洛伊德并没有停留在这里。这些士兵并不只是想要重新控制他的记忆，他们一直要重现血腥战场记忆是因为他们被一种驱动力所驱使，一种弗洛伊德称之为心灵经济学（psychic economy），一种内在的欲望去重建原来平静的自我状态。弗洛伊德认为这个重返现场历程的目的是做到完全没有刺激，不管是正向或负向的刺激，以达到自我原本完全平静的状态。这就是死亡驱动力跟享乐驱动力共同在运作。

弗洛伊德用死亡驱动力来解决重复强迫性行为的矛盾，对科学界和一般大众对心智在强压下如何运作有很大的影响，但是他的理论在现代脑科学的曙光中出现了裂痕。大脑并不是用释放过多能量的方式来控制创伤，大脑一直去想这些不愉快的事件是因为我们是进化来的动物，这千百万年中，我们进化出一个中央神经系统，它会：①记录创伤事件的细节；②再遇到这个细节时会送出系统警报。这套神经回路帮助我们的祖先存活下来，将他们的基因流传出去，所以我们在很多动物身上都可以看到杏仁核及它的恐惧反应。弗洛伊德在坚持大脑有某个地方是在意识控制之外这一点上是正确的，但是大脑中并没有任何组织或结构会驱

使动物趋向死亡（在基因的层次上或许有这个死亡驱动力，它有身体时钟，告诉我们的器官什么时候停止日常的维修，但是它与目前的主题无关）。这个恐惧的反应，不论它有多不合时宜，它是我们存活下来的基础。在性命交关的时候，你是没有时间去想的。

大脑进化出来一个机制，在紧急时不让意识去思考或作决定而让杏仁核主其事。当大脑重返创伤记忆情境时，并不是要把它打到臣服，而是要找到它与现在情境的相关。你会想到可怕的事件不是因为被大脑里死亡的影像所吸引，而是在某个基本层次上，它对你有好处。你其实不需要害怕一个99.99%都无害的事情，但这99.99%的虚惊比起0.01%的真正威胁来说，只是一个讨厌的事而已。我并不喜欢对风恐惧，但是对风恐惧并不会要了我的命；然而，一个飞进来的窗户却真的会取我的性命。

[1] 1英尺＝0.3048米。

[2] 1英里＝1609米。

[3] 英文常用："你不能从书的封面去判断一本书"，也就是中国人说的"人不可貌相，海水不可斗量"。——译者注

[4] 他写的《脑中有情》（Emotional Brain），书中详细介绍杏仁核神经回路。——译者注

[5] 以老鼠而言，高路需要24毫秒而低路只要它的一半时间，12毫秒。——译者注

[6] 现在有很多新的研究发现癌症与压力、心情等心理因素有关。——译者注

第3章　请注意

有的时候训练大脑就是要学着把大脑自然想要操控的肌肉关掉。

你可以了解当你的大脑在听到有500个球迷欢呼着你的名字时，

它想要让你的身体充满肾上腺素；

但是假如你想要赢的话，

泛滥的肾上腺素对你并没有帮助，

所以你得学着把它关掉。

运动员有时会谈到“把碍手碍脚的大脑移开”

就是这个意思了。

我在脑海中骑脚踏车，或是更正确一点地说，我在脑海中骑脚踏车骑得很差。

八月的一个下午，我在纽约的五月花旅馆内一个俯视中央公园的会议室中，跟一群总裁们参加一个叫作“注意力建构者”（attention builders）的公司一整天的训练课程，学习使用他们的新产品“注意力训练员”（attention trainer）。这个产品外表看起来很像白天也会反光的脚踏车安全帽，但是它里面暗藏了神经生物反馈的仪器，可以测量大脑某个部位的电流活动情形，透过无线网络连接到你的个人计算机上。

这个注意力建构者公司，如它的名字所示，是要建构一个系统来帮助小孩子克服注意力缺失的问题，这个头盔可以追踪注意力缺失症（attention deficit disorder，ADD）以及与它有关的注意力缺失多动症

（attention deficit and hypoactive disorder，ADHD）孩童大脑活动的情形。这个头盔所收集到的数据会以图表的方式实时的（real time）呈现给戴头盔的人看。因为这项产品的对象是小孩，所以他们发展了一套电动玩具游戏，当孩子高度注意时，他会玩得很好；一旦注意力游离，屏幕就会消失等诸如此类的方式来吸引孩子。只要一连接上"注意力训练员"的软件，你就会看到你的注意程度马上反映到屏幕上；假如你很注意，你就会赢。

这就是我的问题，因为我老是在输。

神经反馈大约是20世纪60年代后期和20世纪70年代初期开始流行的，一开始时，它不是很正规，跟尖叫治疗法（scream therapy）、超觉静坐（trandcedental meditation，TM）、艾哈德研讨训练（erhard seminar training，EST），这类东西混在一起。早期的拥护者发现这个技术可以帮助打坐的人早一点达到冥想的境界，因为它可以让打坐的人调整他的呼吸以便与大脑中的α波配合，达到放松的地步。但是早期神经反馈机制的反馈信号很弱，当时没有现代的图形呈现软件及高速的计算机处理器来处理信号。早期的机器只能呈现乱七八糟的线条来代表大脑神经元的活动，加上有电影《星球大战》（Star Wars）中R2D2机器人那样的计算机哔声，强力推销人员宣传说可以利用这台机器使你的心智运作得更好，有一本书叫作《脑内交响曲》（A Symphony in the Brain）就是讲它的历史，当时技术的限制使得这个仪器听起来像高级手机的铃声。

但是光靠计算机的进步还不足以使神经反馈起死回生，是由于现在小学生过度成就的文化才使20世纪60年代心智扩张运动（mind-expansion movement）的神经反馈技术再度引起人们的注意。虽然神经反馈机器可以用在很多的场合，但是现在用得最多的是治疗多动儿和注

意力缺失儿，把它作为利他能[1]（ritalin）这种兴奋剂的替代品。

注意力建构者公司的董事长布鲁先生说他是在20世纪90年代的后期开始对神经反馈感兴趣。“我发现外面已有这个技术，可以训练一个人用观察自己脑电波的方式达到某种心智状态，这个技术让我很感兴趣，我也看到很大的市场。我最惊讶的是先前我竟然从来没有听说过这个东西。”

布鲁是一个很好的推销员，他既不学院派，也不太新潮，他穿着绿色短袖衬衫、米色裤子，看起来像是职业高尔夫球手。“你可以把神经反馈领域想成一个发酵很久的东西，累积了很多有用的数据，我们现在就是想如何把它挖掘出来。”他以温和促销的口气说道。

我来这里是想知道这个仪器除了治疗的用途之外，还有没有别的、次文化的娱乐用途。到现在为止，神经反馈仪器都很笨重，像20世纪90年代早期电视剧《紧急时刻》（Emergency）里面的道具。但是“注意力训练员”这个系统却很小，好像可以跟你的PS电玩机器互动的东西，假如它可以连到你的Pentium IV计算机上，人们就可以用它来扩张他们的心智，而不仅限于治疗疾病。大部分的毒品一开始时也是当药研发出来的，为什么神经反馈不能也走同样的老路？

布鲁非常热衷于这些治疗可能性，我很担心我提出这个问题可能会激怒他。“在孩子们做完后，我会跟孩子们谈，”他眼睛热切地注视着我，“他们的说法都非常一致，就像其中有一个对我说：‘现在我知道我在阅读时应该是什么感觉了。’他们在学习注意的时候自己是什么感觉。假如你是个小孩子，大人只告诉你说你不专心，但是却没有告诉你专心是什么感觉，你真的不知道他在说什么。”

我有点不好意思提出了这个没有医疗作用的问题，但是我还是追究

下去，立刻，布鲁先生兴奋起来了，“我们一直在考虑你说的这个用途。这个技术不应该限于受苦的病人，它应该像去健身房一样，每个人都可以享受。”

过了不久，我就坐在一个屏幕前面，一位纽约的治疗师法拉卜在调整我的头盔，使它能符合我的头型，布鲁告诉我它主要是设计给小孩子戴的，我不必因为自己的头太大而不自在。几分钟以后，计算机就显示我大脑送出的信息了，法拉卜退后六英尺到机器的所在地，快速地按键启动软件。

我在听他说话，同时我大脑百万个神经元在活化，在释放神经传导物质，把电流传送到其他的神经元去。神经元在沟通时会放出电，当大批神经元在做一个集体的韵律活动时，这个同步发射的电流活动就会形成脑波，用头皮外面的电极可以测量到。大约在75年前，德国的科学家伯格（Hans Berger）发现人的大脑会产生六个左右不同的波型，每一种都与某个意识状态有关，例如δ波——1～4Hz，在非快速眼动睡眠期（non-REM sleep）出现；α波——8～12Hz，则是在放松的时候出现。

我头皮上的传感器在收集我的θ波，这是4～7Hz。通常出现θ波时心智很容易游离，所以布鲁的软件就是设计来减少θ波，将大脑推向比较注意的状态。

“一般来说，我们的做法是请你来玩一个记忆游戏，”法拉卜解释道，“我们先找出你的θ波形态，建立一个基线，但是因为我们只是要了解一下这个游戏，所以我替你玩。”我点点头，并不了解他说的话背后是什么意思，在几次以后，布鲁解释为什么第一次一定要计算出基线。他还是以健身房的比喻，所以立刻就抓住了我的注意。

“假如你认为这就像运动，”布鲁说，法拉卜同时在屏幕上热心地替

我玩记忆游戏，“这个跟你上健身房举重不同的地方在于，你今天应该跟昨天一样强壮，但是注意力训练完全看你今天整天在做什么，你的注意力可能很分散，也可能很集中，所以在每一次练习开始时，你必须先建立基线，你才有比较的对象。”

“注意力训练员”的软件中，最简单的就是屏幕上有一个人在骑脚踏车，你的θ波程度越低，他骑得越快。假设你的θ波在一个1～5的量表上，你一开始时是4，后来降到3，那么骑脚踏车的人就会骑得更快。假如你可以降到1的话，那你就能骑得像阿姆斯特朗（Lance Armstrong）[2]一样了。

我的自行车选手很像赫特族的贾巴（Jabba the Hut，《星球大战》中的人物），在几分钟之后，法拉卜宣称一切已准备就绪，可以开始玩游戏了。一段很长时间的羞辱于此开始。

一开始，我的脚踏车便不肯动，虽然我集中精力在我的呼吸上，还是没用。我非常专注地盯着屏幕，试着非常专注地盯着墙壁，并且试着在脑海中背诵出我刚刚写的文章的第一段，这个脚踏车依然不动如山。30秒之后，计算机开始发出鼓励的语句：“我知道你可以做得到。”这个声音像《2001：太空漫游》（2001：A Space Odyssey）电影中智能型计算机（HAL）不肯开门时所说的话：“把注意力放在游戏上”。

我是把注意放在游戏上，但是很快，我发现我把注意力放在我是否有ADD而我自己不知道，然后我发现我的注意力在布鲁和法拉卜身上了，因为他们两人出奇的安静，望着我在创下新的世界θ波纪录。

大约一分钟之后，布鲁说：“你要不要试试看每次加7，7、14……”我就这样一路加到140，这个脚踏车仍然不动。法拉卜说：“看着脚踏车轮子的轴，注意看它们在干什么。”我瞪着脚踏车轮子看，轮子

一直在转，但是脚踏车就是没有动。

五分钟以后，游戏结束。虽然我这么努力地盯着屏幕，只有几次脚踏车向前移动了一点点。在那时候，如果给我一瓶利他能的话，我一定会整瓶吞下去。

当我取下头盔时，布鲁试着用很有信心的语气说：“你要知道，通常需要40~50次的练习才能达到目标，想要在第一次就达成目标是很困难的。”但是我看得出来他很纳闷为什么我做得这么差。我心虚地问：“有没有可能这个系统没有从我的头盔中接收到清晰的信号？”每个人都摇头。“假如有问题，机器会立刻送出警讯。”布鲁说。

然后法拉卜的声音从个人计算机后面传来：“你知道，校正基线可能有问题，一般来说，我们会在你玩记忆游戏时，抓到你的θ波；但是这次是我在玩记忆游戏，我是在你跟布鲁谈话时去抓你的θ波，问题可能出在这里，让我们再来一次，这次小心地做校正。”

我又把头盔戴上，乖乖地玩记忆游戏，然后又玩电玩游戏，这次是比较先进的三D图形。我用计算机的键盘控制一部推车穿越坟场，假如我的θ波越少出现，这个车子跑得就越快。这次我注意到差别了：当我注意屏幕上的东西时，这个车子开始往前冲；当我的眼睛浏览房间的设施时，这个车子就停顿下来。我用数七的方式，果然，这部车又开始动了。

几分钟以后，我请他们换回骑脚踏车的游戏，看看这次是否做得来。当法拉卜切换屏幕后，一个低分辨率的脚踏车出现了，这次我觉得我可以将它骑出屏幕之外。假如我注意屏幕，它往前冲；假如我注意力游离，它停下。这真是一个奇怪的感觉，我去想一些别的事，屏幕上立刻反映出来。我想起科幻小说家克拉克（Arther C.Clarke）曾说：“最好

的科技跟魔术没什么两样，但是它比魔术好，因为它使你觉得有特异功能，有某种能量。”

当我做完展示的软件游戏后，这个公司研发部门的主任菲尔德把我的资料印出来给我看。第二次一开始我的θ波是3.6，在游戏后，降到2.7，所以这使我的脚踏车可以动。他发现第一次我在听布鲁说话时，我的θ波是1.6，比他们要我注意游戏时还好了两倍。这就是为什么我的脚踏车不会动，原来连我自己都不知道我在听布鲁说话时，就已经达到最专注的地步了，甚至比我特意要去注意时还专注。所以当我的θ波比听布鲁说话更高时，我的脚踏车当然就不动了！菲尔德说：“我们发现有的人在听别人说话时就可以很专心，有的人则不行，我们有一个治疗师在治疗一个成人，他在读书时可以很专心，但是听别人说话时却不行。这个数据显示你在听时可以很专注。”

我发现自己在以后的好几天里一直回味菲尔德的话。在一开始对科技的惊讶过去以后，我开始想我学到了什么新知识吗？或许我在听别人说话时比我专心去注意时更专心。“注意力训练员”的科技使我窥视到我的大脑在它做得很好时是什么样子。

几个星期之后，我遇见塞登和罗森布鲁这对年约五六十岁的夫妇，他们在几年前成立了一个叫“照顾大脑”（Braincare）的公司。这对夫妇是非常热忱的神经反馈推销者，先生是一位退休的药剂师和业余摄影师，太太则是一位开业的心理治疗师，将神经反馈用在她的治疗上。

当我去访问他们时，她穿了一件嫩粉色的套装，衣领上别着金色的别针，她很热心地告诉我她的故事：“我从15岁起就有偏头痛，每隔几个星期就发作一次，我以为我一生就是这样了，虽然有新药发明，但是并没有什么新的帮助。有一天，我跟一位同事吃饭，我告诉他我的偏头

痛，他说：‘噢，我可以帮你。’接着他就告诉我神经反馈。

“于是我先生跟我就去上课，我从同事那儿买了一台旧的机器，我开始在晚上自己做。做了大约60次之后，我发现偏头痛的次数减少、症状不那么严重，并且发作的时间也短了些。我以前每天都必须睡午觉，但是在开始做神经反馈之后，我不再睡午觉了。

“所以我真的认为这个很好，我甚至叫我的小孩去做。”不久，他们就把一楼办公室前面的房间改成“照顾大脑”公司的总部，设立了网站，开始做广告。

当罗森布鲁将我联机到神经反馈的机器上时，整个感觉比“注意力训练员”更像医院的味道——罗森布鲁把电极用导电胶贴到我的头皮上，然而一旦软件开始启动，整个过程是熟悉的。他先给我看我大脑在线的脑波活动：四条线横越屏幕。罗森布鲁指着其中一条说：“这就是θ波，也就是我们在训练中想要减少的。”我盯着这些线条看了几分钟，他们一直快速地横越屏幕，我开始感觉到不同的心智状态。屏幕上有非常多的活动，我发现每一次线条改变，我的眼睛就在屏幕上浏览，但是即使我想故意成为ADD也无法持久，我跟这个机器有一种很奇怪的互动，好像进入四面都是镜子的房间一样，我想故意分心，但是几秒之内屏幕上的脑波就显现出我的分心，我的注意力又回到上面，想分心也分不成了。

几分钟以后，我问道：“你们有什么好玩的电玩游戏吗？”30秒之内，我就驾着宇宙飞船飞向遥远的星球，我发现我可以轻松地控制屏幕上的东西。

这公司成立四年以来，罗森布鲁已经治疗了200位左右病人，大部分是ADD儿童。但是最近的客人比较参差不齐，有些是股票经纪人——想要集中注意去看屏幕上一直变动的数字；有些是律师——想要达到“心

智最佳状态”。“我们曾有一位和尚来求诊，这位60多岁的僧人失去了打坐的禅定力，我们给他10次的α-θ训练，他又找回了禅定力。”但是就最成功的例子来看，它仍仅是个个案，仍然不是科学化的证据，这个神经反馈没有经过科学的验证，无法成为主流，它处在大家可以接受的边缘，信者恒信。2002年年初，我去迈阿密参加神经反馈年会，假如你不算来开会的人，这旅馆的房客清一色是80多岁退休的老先生、老太太们，每天早上组团去游玩，真是蔚为壮观。

来开会的大部分是第二次世界大战结束以后出生的婴儿潮一代，来自全美各地，看起来都是经历过20世纪60年代高潮的人。有几个是博士，有几个来自陌生学院，另外至少有两位是开业的治疗师。21世纪的口号和神经反馈的术语掺杂在一起使用，对我的耳朵来说，至少是个新鲜的经验。有一位演讲者说：“同时听到正、反两方面证词的问题是你根本听不到完整的一边。”21世纪的部分使我几乎坐不住，一直在看出口在哪里，但是他们对技术本身的信心，以及对这个技术可以强化脑力的信心颇有感染力，这真是美国自我帮助、自我成长（self-improvement）思想信仰中很奇怪的一群。不由得我想到1975年时个人计算机的狂热游说现象：那时也有很多计算机的信徒，认为计算机科技可以改变世界。但是在迈阿密这个会议中，你会感受到空气中有某种世界已经知道这个技术，但是不屑一顾的感觉。有些人已经浸淫在其中20年了，有一个人说：“在主流社会接受我们之前，还有很长的一段路要走，前景并不看好。”

西姆是内布拉斯加大学健康和人类表现学系的教授，他是把神经反馈用在娱乐方面最热衷的支持者。他曾用此法来训练运动员，当时用的是一个叫“脑波图光谱”（EEG Spectrum）公司所出产的“高峰表现训练仪”（peak achievement trainer device），他对这个技术还有私人的喜

好原因。当我在电话里问他："把这个仪器用在打高尔夫球的人身上好用吗？"他大声回答说："我现在就戴着它，整个开会期间我都戴着它。"几天之后，他寄给我一封电子邮件，回答了一些我问他的问题。我第一次见到他时，他正用手机跟艾奥瓦州首府迪莫伊市来的银发族旅游团团员推销神经反馈技术，来帮助他们打高尔夫球。在这封电子邮件的最后一段，他写道："我现在就在用神经反馈的软件来帮助我专心，使我能回复你的信。这个人与软件的互动模式将来一定会普及，就像现在汽车有自动驾驶的软件一样。"

西姆第一次的成功经验是他帮助一位大学跳水选手治疗他的背伤，在一系列的神经反馈训练后，这位年轻的选手可以集中注意去想象成功的跳水情况，很快他就复原了，而且后来的表现比起受伤前更好。在他赢得第一次比赛后，他的教练跑来找西姆："我不知道你对艾瑞克做了什么，不过在以前，他10次跳水中会有一次不理想、会受伤；但是现在，他是一个真正的跳水选手了，每一次都很成功，不再有受伤的情形。我不知道你是怎么弄的，这真是从来没听说过，因为跳水是一个精准的运动，通常在受伤后，至少需要一个月的时间才能恢复之前的水平，但是这个孩子在受伤后，只经过一两个星期的训练就赢了这场比赛。"

西姆也参与了好几个想把这种效应量化的研究。有一个研究是让几十个高尔夫球选手戴上神经反馈的帽子，在他们挥杆时分析他们的脑波，西姆和他的同事发现有某一种形态的脑波与成功的挥杆具有正相关。有了这种资料以后，高峰表现的训练就很有前途了：一旦你知道什么样的脑波会产生成功的挥杆，你只要利用这种神经反馈的软件来帮助你到达那个大脑境界就行了。很有趣的是，西姆说："最有效的高尔夫球情境是完全没有任何大脑主要波形的境界，也就是运动员所说的'忘我境界'（zone）——完全不去想它，让你的肌肉记忆来发挥。几十年来，这

个忘我境界一直是运动员谜一般不可言喻的感觉；现在，它就像和尚打坐一样，这个谜样的语言被解释成科学的数据了。”

西姆说：“我可以在高尔夫球员挥杆完毕后确实回顾他当时的境界，然后问他：‘你在挥杆的前半段有你自己想要的那么专心吗？’他会回答有或没有，我就可以把他的脑波图找出来，然后说：‘你看，你根本没有。’或是我会换一种方式说：‘你看，在最后一杆时你好像有点不专心，你开始怀疑自己的能力了。’这个人就会说：‘你说的真对，我开始焦虑了。’这真是一个令人兴奋的确定大脑练习活动的影像技术。”

当西姆在说这些的时候，我发现我正想着我所看到世界高尔夫球冠军泰格·伍兹（Tiger Woods）挥杆的情形：那是1999年在麦地那的一次职业高尔夫球冠军赛，他与加西亚（Sergio Garcia）有一场非常精彩的拉锯战，最后他赢了。我当时站在第六洞和第七洞之间、沉迷在众人的欢呼“老虎！老虎！”之中，伍兹本人缓缓走下穿过人群的步道，有一两秒的时间我跟他很接近，我从来没有看过一个人的眼睛与他周遭有这么大的距离，在他身旁不到二英尺之外有500名以上欢呼他名字的球迷，但是他看起来就像处在一个打坐的禅修境界。假如有两个球迷以这种热情的方式来替我加油的话，我的心早就跳得像看到林志玲一样了。当然泰格·伍兹很习惯群众的欢呼加油，但是那天我在他眼中看到的不止是一个人对他外围欢呼充耳不闻，他的大脑还把某一部分关闭：他的眼睛反映出这个大脑情形。

把一些关掉而不是建立某一些东西——伍兹的眼睛指出罗森布鲁“心智健身房”模拟当中所要分解的部分。大部分的机器都不是设计来使你的肌肉变弱，或是把它们全部关掉的；但是有的时候训练大脑，就是要学着把大脑自然想要操控的肌肉关掉。你可以了解当你的大脑在听到有500个球迷欢呼着你的名字时，它想要让你的身体充满肾上腺素；但是

假如你想要赢的话，泛滥的肾上腺素对你并没有帮助，所以你得学着把它关掉。运动员有时会谈到“把碍手碍脚的大脑移开”就是这个意思了。当然，你不会要把整个大脑关掉，运动员所要的只是保留肌肉记忆，把这个记忆变成动作就好了——他只要高速度的直觉动作走廊畅通，其他内省的、自我怀疑的走廊统统关闭。从某一方面来说，最伟大的运动员就是要能进入进化时有关恐惧的快速反应境界——假如你没有时间去想，你干脆就把思想丢掉，免得在那儿缚手缚脚。

你不可能花时间在热衷于神经反馈者的世界里，却不被他们的热情所感染。这些人在你练习你的跳水、你的公开演讲时是如此热切地盯着屏幕看；当你成功地抑制你的θ波时，他们更是一个劲儿地称赞你。这其实就像我们所熟悉的现象，不论是少年棒球教练还是大学体育老师，他们都是要训练你的大脑去做不同的表现；当你学会如何抑制一个自然的反应挥棒或是想象你自己以光速在旅行，你是在改变你大脑的神经化学：强化某一些神经回路的突触，减弱另一些突触的连接——鼓励大脑的某一部分活化，抑制另一部分不要太活化。其中的差别在于少年棒球教练没有办法像神经训练员一样，可以直接看到大脑活动的改变。

但是神经训练还有它的局限性。在一开始的惊奇消失后，我发现我还是没有办法像用游戏杆或键盘般那么精确地控制我的宇宙飞船。假如我真的想用我的心智和计算机沟通，其实是会感到很挫折的，因为它不够精准。用大脑来操控计算机很像第一本英文字典编译者约翰逊（Samuel Johnson）博士所说的机器狗：“它走得不好，但是你很惊奇它居然会走。”这样的限制应该在于EEG的感应电极不是那么精准所致。

我问布朗大学（Brown University）脑科学系的主任多诺霍（John Donoghue）他所认为的限制是什么。“过去一直有人想用大脑的信号来控制仪器，但是都没有成功，”他解释道，“大部分的实验是用瘫痪的病

人来做被试。你把EEG的仪器跟这个人连接起来，把他放到计算机前面，然后EEG的信号进入计算机使鼠标移动，点选某一个项目。

“这叫作单向度选择，但是速度很慢，一分钟大约可以选三个字。有些人可以做二向度选择，但是那需要非常的专注，这就是为什么从外面用一个非侵入性的方式[3]通常效果不会很好。”这对幻想要打“心灵控制版”电玩的人来说可能是个很令人失望的消息，但同时也是对我们想用这个技术来加强内省的人的一个警惕。大脑的神经活动异常复杂，当一个机器要从头皮上的接触来接收内在神经活动集合后的韵律时，这个韵律必须简化、压缩成非常粗浅的语言，机器才能接收。这是为什么屏幕上骑脚踏车的人的行为只能简化为“快”和“慢”。

“这个信号是在那里，但是现在想要收集这些信号必须把电极植入大脑中才行，”唐纳休说，“你用EEG所接收到的只是大的脑波改变——它对癫痫很有用，你可以看到大的波韵律。”换句话说，用EEG的神经反馈方式来探听你的大脑活动充其量等于是雇一个人去替你听交响乐，他所能告诉你的仅是调子变化而已。

从这些实验中，现在我了解到神经反馈技术可以正确地代表心智的不同状态，虽然它还很粗糙，但是你还是很惊讶它这么容易就让你的大脑进入比较不熟悉的境界。像“注意力训练员”这种软件或是“照顾大脑”这种系统，能够将我大脑的活动翻译成一种新的语言，这一部分我是确定的；但是这种仪器真的能将我的大脑推向一个新的方向吗？在过去的10年中，关于这个问题最有说服力的数据还是在ADD上，但是还有很多未解决的问题。“当我开始将这个技术用到病人身上时，我的很多同事不以为然，”罗森布鲁说，“不过现在数据已越来越多了。”

当然，假如这个技术真的是如赞成者所言，另一个恐惧会马上出

现：我们是否能制造出具有超级注意力的机器人出来？用神经反馈方式训练出来的下一代孩子可能会变成“刺激超注意上瘾者”，我们似乎是朝这个方向走去。“注意力训练员”这种软件是无止境的，现在已经有人用它训练自己达到α波的境界，例如塞登说的那个和尚或是像西姆所说的高尔夫球员，谁又知道呢？或许以后会有高θ波的次文化出现，有些人抑制θ波，有些人可能鼓励它。神经反馈最多仅是面镜子而已，我们要如何选择，取决于我们所看到在镜子中反映出来自己的影像是什么。

假如不谈医疗的问题，剩下的就是比较有争议的前提了：这个技术是否能带来比较好的自我意识？神经反馈的娱乐性用途可以变成内省法的一个方式，一个将内在大脑生理与外界心智意识连接的桥梁。我们已经接受了塞登所说的两种方式——心理分析和心理药剂，假如“谈话治疗”和“百忧解”（Prozac，治疗忧郁症的新药物）现在已被接受为自我探索和自我成长的方法，为什么不能接受聆听你大脑声音的机器呢？

在往后的日子里，每一次我去做神经反馈，我都发现自己接触到一个新的心智状态：早晨的恍惚、中午曼哈顿街头的焦虑、喝过咖啡以后回电子邮件的生气。我每次在想我的θ波到哪里去了，或是我的β波是否在上升，我会想到西姆，戴着他的“高峰表现训练仪”的头盔在打他的电子邮件。这时，我就会联想到：这玩意儿会变成21世纪的随身听吗？一个使你更快一点、更敏锐一点、更能控制的随身听——当然这是假设更快、更有效率、更有主控是你所希望的自己。

我参与神经反馈的经验使我对什么是“注意力”更加有兴趣，我越去思考它就越觉得它像个错觉：它看起来像是一个单一的类别，直到你花时间去分析你自己的注意力；这时它就分裂成几个部件：我在注意听罗森布鲁说话时的注意力以及我在玩“注意力训练员”软件游戏时的注意，虽然我都在注意，但是当我想到这两种注意的感觉时，它像来自两个不

同源头的注意，是两种不同的活动。

玩电玩游戏对我心智的效应是个窄化的效应，在我玩的时候，大脑只盯住屏幕上每一秒的变化，其他什么都不存在（这是一个很奇怪的出神状况，除了屏幕其余都看不见也不会去思考）。当我听别人说话时，我感到的意识圈是放得很大的，我可以思索那个人说话的意思。电玩游戏是反射反应和反应时间，听人说话是解读别人的意思，我越想就越觉得把这两种注意力放在同一把大伞底下，就好像说你可以从我煮菜的技术来预测我抛接球的技术一样不合理。

但是假如单一类别的“注意力”是个错觉的话，它该怎么被分类呢？去说一个类别太广并不是说这整个类别就该被废除。因为它在教育上的重要性以及在ADD上的关系，注意力其实是人类心智最常被分析的一项能力。即使一般人认为注意力其实是个单一的能力，神经科学家和心理学家知道它是不同技巧的集合名词，有的时候有重叠、有的时候没有。注意力这个观念是我们语言的囚犯：我们把这些不同的技巧当作同质的技术，因为我们只有一个字来代表它。最后我了解我是想用大脑的语言来了解注意力，去了解它的核心机制，然后我想去测试这些机制来了解我自己的注意力。

这是为什么我会去找罗登波（John Rodenbough）的原因，他是北卡罗来纳州的心理学家，发展了一套“完整注意力测验”（comprehensive attention battery，CAB）。这是一套包含了十几个分测验的计算机软件，用来评估一个人的注意力能力。我们第一次谈话时，我就知道罗登波也不认为注意力仅是一个单一的类别。

“很多人都认为他们的注意力只有好跟坏两种，”他解释道，“你会看到这些孩子被贴上标签，被认为注意力有问题。但是当你坐下来测试他

们时，你会发现其实有几个领域他们是非常强的，我怀疑这个叫作注意力的东西是否存在。”

大脑注意力回路最基本的差别在不同的感官上，你的视觉注意可能很强，但是你听别人说话时，注意力常会游离。因为这两者都非常容易被测试，所以视觉和听觉注意是两个被研究得最多的领域，但是我们同时也有嗅觉和触觉注意力回路，以及追踪自我身体在空间位置上的“动感”（kinesthetic）神经回路。

除了感官方面的数据之外，注意力的研究集中在信息本身在大脑中的处理方式。保持你的注意力在同一个物体上面或同一个作业上一段时间而不分心就是注意。你可能可以维持你嗅觉的注意力，但是你的视觉系统很容易被新刺激所吸引，在任何一个时刻，外界有非常多的信息透过感觉系统进入你的大脑，在你的意识界处理。这其实不是你可以看到多少外界信息，而是你有多少能力把不要的关掉。假如你一直注意你感觉器官所接受到的刺激的话，你会超过你的负荷。我们心智的眼睛（mind’eye）只选择注意进来信息的一小部分而已，丹麦作家诺瑞钱德（Tor Norretranders）把它叫作“使用者的错觉”（user illusion）——你以为有意识是看到你外围所有的东西，其实它只看到真实界的一小部分而已，而且它可以轻松自如地调整切换。这个切换的开关对意识的错觉很重要，但是它也会引起保留上的问题。注意力无法持久其实就是因为有个到处游移、到处瞎逛的心智眼睛。

假如“保留”（sustain）就是注意进来的信息，“编码”（encoding）就是大脑把这些信息收进来放入工作记忆的方式，最好的例子便是编码电话号码。要记住一个电话号码，你必须先把这个号码保留在你的听觉注意中，直到听到大脑中这个数字的声音，然后把它储存在大脑的某处，不然它就会被你的耳朵再传进来的下一个声音所取代。对于如电话

号码这种短的数字，大脑可以把电话号码存在注意力的一个“语音回路”（phonological loop）中，就像把一个声音用录音机录下来。即使信息是用视觉的方式传进来，你还是会把这些数字转换成声音在语音回路中处理。下次，你读一张便条纸上写的电话号码时，请留意一下，你可以走上楼去打这个电话而不出错，是因为你会在心中默默复诵这个号码。理论上，你可以记住这些数字的形状和它们在纸头上排列的顺序，然后在拨电话时，把这个号码复述出来；但是你不会这样做，你会把它转换成声音，因为那是比较节省力气的方式。我们都是熟练的读者，视觉信息进来已经不再用思考就很自然地将字转成音，以延长这个信息在大脑中处理的时间，得到最好的语意理解效果[4]。我们也有非常强的空间记忆系统，这是为什么我们会用按出键盘位置的信息来帮助回忆出这个号码，但是绝大多数你会用语音回路，这个历程就是心理学家所谓的“编码”。

编码是注意力的次系统，在过去的几年中，受到主流研究者的特别注意，因为人类的这个系统是有限制的，除了极少数例外者，大部分的人的工作记忆容量是七个数字（正确的说是七加减二）。你可以记得世界上千百万件事物，从电话号码，到面孔，到《伦敦的呼唤》（London Calling）这首歌的歌词，只要这些东西是储存在你的长期记忆之中，你都可以记得。但是当新信息进来、你要对它们进行编码时，假如它们超过七个项目，就会超越你工作记忆的负荷量。我们的电话号码是七位数并非偶然（美国电话号码为七位数）：当电话公司一开始设计现代拨号系统时，他们曾咨询过心理学家，知道一般人的可记忆数字有多广。

在保留和编码之后，注意力的工具箱就开始复杂起来了，因为注意力并不是只注意一个物体或一项作业，它是从许多不同的作业和不同的感觉输入中来回地切换。一个测量的方式是心理学家所谓的“注意／执

行”（focus/execute）技能。假设你不是住在修道院或监狱中，你每天的生活会包括千百种基本动作，每一个阶段都需要不同的注意力模式：你会检查小孩的安全带有没有扣紧，把车钥匙插入钥匙孔的发动位置，聆听汽车引擎的声音，回头去看车道上有无东西障碍，把车子倒出车库，两边看过之后驶上街。如果你习惯开车的话，这些行为全都不必用大脑想就会自动化执行（如果我不说它们全是潜意识在执行）。假如在任何一个阶段出了错——你看到有车子驶过来或儿子把安全带松开了——你这时就会注意到，因为在基本的层次上，你还是有注意的。

假如上面每一个阶段的程序你都要去注意的话，你的大脑会负荷过量，你可以轻松自如进行每天的例行公事，是因为你的大脑知道要停止前一个动作，开始下一个动作。假如你的大脑不能够做这样的转换，进来的信息很快就会塞满，使信息量超越负荷，你可能就注意不到车道上的滑板，因为你还在想点火器上的钥匙。“注意／执行”描述的是正确执行的程序：你注意某一个作业、执行它、转到下面一个作业、重复这个程序。

“注意／执行”隐含着一个事先决定好的流程脚本，但是当然实际的生活是不可能按脚本演的。我们最常用到的注意形态，是当我们要把某一个信号从一堆相竞争的信号中提取出来的时候，这是属于注意力执行的部门，通常叫作“监控式注意力控制”（supervisory attention control）。监控式注意力就好像美式足球中的四分卫（quarterback），他会看到30码外的外接员（receiver）没有人在旁阻挡，他可以把球丢过去，让外接员抱球达阵，他不会管线卫（linebacker）正对着他冲过来；或是像音乐鉴赏家，可以听得出整首交响乐里有一把小提琴的音没有调好；或是像在把车子倒出车库时，父母可以在车后座有三个吵闹的小孩背景中，还看到车道上有部玩具车挡路。有良好监控式注意力的

人，常可以把一些我们平常会注意的信息关掉，使其不造成干扰，就像泰格·伍兹可以把500人的欢呼声关掉、听不见一样。从这一观点来说，监控式注意力可以凌驾我们的本能冲动，否决本来想做的行为，而去选择比较理性的行为。

注意力系统很像一个生产线，高层次的功能是建立在低层次的功能上的，所以假如你的编码有问题的话，你的监控式注意力也会有问题。当人们注意到孩子注意力有缺失时，他们通常是注意到“注意／执行”的层次或是监控的层次出了问题，但是最原始的问题可能在更下面的源头，如某一个感觉管道的输入。对像罗登波这样的心理学家来说，治疗注意力缺失的第一步是找出这一个连锁反应中最弱的一环来，这也就是为什么他发展出CAB软件，这个软件的目的是测量出注意力系统中各个部件的强弱。CAB测验并不能直接窥视你的大脑，但是它可以知道在你工具箱中每一个工具的优劣。

我可以说做CAB测验就像你所玩过最烂的电动玩具游戏，当我一开始坐下来做这个测验时，我给自己打气：“做完就知道分数，我一定要拿高分。我只要专心一个多小时就一切OK了，怎么会有问题呢？”

当我启动这个软件开始做不久，我的头就开始痛了！做这个测验就好像还债，过去别人在背电话号码时，我会故意在他的耳朵旁边乱喊数字干扰他，这下我得到现世报了。因为每一个测验都要测量大脑的注意力系统，它使你用到你注意力的上限，而且是越做越难，你感到你的大脑发生短路、挂掉了。但是你并非缺少专注的感觉，而是缺乏非常准确的感觉，两者的差别就像你开车时觉得转弯时有声音、有点不对劲，跟警示灯亮起来，告诉你左前轮的轮胎气压不足那样的天壤之别，假如你曾经怀疑过米勒（George Miller）的这个著名实验“七加减二魔术数字七”的定律，你可以来做一做这个听觉编码测验。它是所有测验的基本：

计算机一开始时出现三个数字，过几秒后，你必须将这三个数字依序录入计算机。最初几次，你觉得太容易了，记住四个、五个、六个数字都不是问题，但是一旦你要记到八个或九个时，你的脑开始紧了起来，你开始觉得后面的数字把前面的推出去了。

当你的编码系统到达它的上限时，它会很自动地去找快捷方式，想办法减少数字的记忆负荷。当我做到10位数时，有一个序列的开头3个数字是3、0、1，我父母家的电话区域号码为301，我立刻把这3个数字转为一个单位，我就释放出多一点的工作记忆容量来装后面的数字。因此，我本来是要记10个数字的，现在我只要记7个外加我父母的区域号码，8个而不是10个数字，8个还在我可以处理的范围之内，所以我就做对了。这个减少负荷量的做法叫“组块”（chunking）——把一长串数字变成几个“段”之后，我就空出了一些工作记忆空间去做别的事。（1~9开头的4个数字特别容易做组块，因为你可以把它当年代来记，比如说原本1列10位数字，你可以只记6个，然后把1963想成肯尼迪总统被刺的年份）

CAB让我看到一些大脑注意力的结构。编码的测验包括顺向和逆向数字记忆，所谓逆向是要你把数字记住后，由后往前倒反过来打进计算机。这部分的测验使我必须要去找我的头痛药来吃。要做对这种逆向数字记忆，语言通路就不像顺向记忆时那么好用了，因为你无法只把心智录音带再播放一遍就得到答案。在做顺向测验时，20题里我只错了3题；但是在逆向的测验中，我的错误增加了两倍。我觉得我的大脑并不是设计来倒着放录音带的，但是当我去做视觉的编码时，我又很惊讶地发现其实我可以倒着做。在视觉测验中，计算机上呈现出井字形的九宫格：计算机每次呈现一个格子，在格子亮完后，你要用鼠标依序去将那些格子重新点亮一遍。一开始是重复它原来的顺序，接着是将顺序倒过

来，我发现倒着做视觉顺序甚至比正向做还容易，好像倒着做更符合我的天性。

在做完测验以后，我问罗登波我的视觉编码是否跟别人不一样。“一点都没有，”他解释说，“我们的大脑本来就是设计在视觉上倒着追踪的，当你看到一个动作时，你的大脑是设计来倒着追踪这个动作的。”当你看到一个东西飞过天空时，你的大脑本能的计算它是从哪里来的，因为大脑可以倒着想象它的轨迹。这是你保命的能力之一，但通常你都不会注意到。CAB会凸显出这些特别的能力，让它们如三维空间和脸型的神经回路一样鲜明。”

逆向视觉编码是人类一般性的能力，有些人比别人好一点，感谢我们的基因或我们文化的训练，但是一般来说，视觉是倒着追踪比正向要容易，这是人类的特性。做这个CAB测验让我看到我有这个特质，但是我同时也在搜寻个别差异，我希望知道我自己的特点。

我问罗登波这个测验有没有让他去想他自己的注意力能力有何不同。一开始时，他抗议说：“我必须提醒自己，我的这些测验成绩是没有意义的。我花了这么多时间去使这套计算机软件可行，这个测验我几乎做过几百次，它已经不准了。我发现我在听觉注意力保留上做得不是很好：别人在说话时，我脑海里常会浮现一堆想法，使我没有听见别人说话。”

我问他这个缺点有没有改变他注意力的策略。“我太太常说我没有在听她说话，”他停顿了一下回答我，“于是我就从注意力的部件来想。我是在听她说话还是我大脑里在想很多其他的事情，使她的声音只是流过我的记忆缓冲区？因为我的编码空间已满，以至于她的话没有办法被编码？这是我的合理化解释。当她说话时，我的大脑把她所说的话作各种

排列组合，这就用掉我所有的编码空间。”

“所以你似乎不是没在听，而是听得太专注了？”我问道。

“正是。”

“她接受你这个说法吗？”

“没有，我还没告诉她这个理由，”他大笑说，“我只是自己在想想而已。”

CAB测验最有趣的是在大脑执行部分。当你做编码和保留测验时，你感觉到自己把认知能力推到了极限，几乎不能更好：你做到八个数字，不管多么的专心，你还是无法保持这八个数字不流失，你已到达能力的极限，不管多专注也不能加分了。我发现这个执行部门让我知道它内在的工作情形，因为它跟我们真实世界“专注”的经验很相似，尤其是处在一个平面与立体媒体混合存在、信息爆炸的时代。

监控注意其实就是“选择”两个字而已：你的执行部分同时间接受从各个感觉管道蜂拥而来的各种信息，你必须要决定哪些是重要的、哪些是不重要的。CAB测验所呈现的是非常基本的输入信息，但是这些信息穿越不同感觉管道交错在一起，类似这样的例子最有名的一个就是“斯特鲁普干扰实验”（Stroop Interference Test）。在这个测验中，红、绿、蓝等色彩名字随机出现在4×4共16个方格中间，这些色彩名字本身是用不同颜色的墨水所写，例如“红”字用蓝色墨水所写，“绿”字是红色墨水所写，但有的时候颜色名字又与写它的墨水色彩一致，如“红”字用红色墨水写。一开始时，你要去选颜色名字跟墨水一致的字出来，即红色墨水所写的“红”字与蓝色墨水所写的“蓝”字。这项作业听起来很简单，做起来却没有这么容易，因为你的大脑要去解决不同管道进来、彼此冲突

的信息。当你的注意力集中在方格中间的字上，你脑海中会浮出一个很奇怪的自问自答：我知道这些字母拼出来的字是蓝，但是这个颜色是蓝色吗？当你对着这个字看时，这个字送出蓝色的“蓝”进入你大脑处理语言的地方，但是你的视觉系统做出的却是不同的报告：“你说蓝是什么意思？这些字母明明是红色的！”你一部分的大脑看到的是蓝，另一部分看到的是红，你的执行大脑最后必须做裁决。

当我在做这个测验时，我发现自己处理这个冲突的方法是尽量关掉我的语言处理机制，我只去看字的形状而不去看它是什么字母。幸好，这些颜色字的字母长短不一，所以它在视觉空间所占的位置大小也不等，我只要看最短的便知道是“红”字，其次是“蓝”，最长的便是“绿”了[5]。我很骄傲自己想出这么好的方法来处理干扰信息，直到我进入第二阶段——录音带播放出“红、红、蓝、绿”一直重复的诵经声，而我必须要去选择正确的方块，就在这个阶段我开始哭了起来。

我在CAB的经验可能不是最有趣的，但是它让我知道在日常生活中运用注意力时有什么不同的使用工具。在后来的日子里，我在记一个电话号码时，我会想：对，这是听觉编码。或者当我一边看我的电子邮件、一边看CNN新闻节目时，我会切入切出，然后告诉自己：这是监控的历程。现在这两件事好像伏地挺身和走跑步机一样的不同，但是以前我都认为它们是同一件事。这两件事动用到不同的认知机制，做了CAB测验使我第一次了解它们是不同的[6]。

我发现我的视觉编码如脸和环境中的细节，是我注意力环中最弱的一环。在做过这个测验、把它分离出来后，我开始在日常生活中找寻确认这个能力很差的证据。就在这时候，我太太与我重新装修新买的房子，我们常驱车去看包工的进度，回程时，我太太满脑子都是房子装修的细节，而我只剩下大的概念，小的都不见了。我们会同时看着同一个

东西，而我有看没有见，也就是说，没有编码。我开始用计算机软件语言去想它：我默认的视觉编码设定被关掉了。我太太正好相反，只要走过一次房间，她脑海里的细节可以供她回忆三天还不尽。这并不代表我不能回忆视觉信息，事实上，自从我知道我的短处后，我开始用意识去加强我的视觉记忆，还颇有进步的。以前我是被动地浏览房间，现在我把它分解成部件：“现在注意门也有个裂缝，现在注意电源总开关……”我还是无法跟我太太的技能相比，但是至少我有在做了。

在我做完CAB后，开始有个很奇怪的副作用冒出来。因为我学了一点大脑的结构，我开始觉得大脑不同区域有着不同的注意力功能：掌管监控作业的是在我的前额叶，而比较原始的，如保留，则在脑后面靠近视觉信息进来的地方。所有跟我谈过的脑科学家都说这是不可能的：你不可能感觉到你的大脑在哪里做计算。但是人类是个非常好的地图制造者，我们的空间组织能力很好，有一个理论认为大脑中掌管长期记忆的海马回，最初进化出来时就是作为认知地图的工具的，帮助我们的祖先在复杂的大自然环境中找到回家的路。我在心目中勾画出大脑的注意力系统，我对这个系统的部件有新近发现的敏感度，所以我的大脑一定会把它自己按这个地图那样安排，就像心智的眼睛对我们所玩的把戏一样。

放弃注意力是单一的类别后，你面临两个意义。第一个我们前面已经看到了：假如注意力可以分成很多不同形态的话，找出你的长处和短处是很有帮助的。第二个顿悟比第一个又高了一层：假如你的注意力是个交互作用的系统，那么你的大脑最重要的高层次功能就是控制开关。你可以是世界上最厉害的听觉编码家，但是假如你不能在适当的时机切换到听觉管道，你的那些才能都会被浪费掉。一个有效率的大脑其实拥有好的工具，但是同样重要的是知道在什么时候用什么工具。

在我做完CAB测验后不久，我去西岸做最后一个神经反馈的访谈，地点在好莱坞另一端的奥斯默学院（Othmer Institute）。这个学院的创设者是一对开业的心理治疗师夫妇，苏珊和齐格菲·奥斯默，他们也是神经反馈的长期拥护者。苏珊答应谈一谈他们的治疗并让我体验一下他们的方式，从机场开车去他们办公室时，我在想开关的重要性，所以当苏珊坐下来与我谈时，我立刻提起这个话题。

在我还没有把话说完之前，苏珊就猛的点头。“我们尽可能地去改进大脑的自我调节，”她以平稳、有信心的声音说，一反强烈卫道者过度热忱的声调，跟过去我所接触到的赞成神经反馈者的态度不同，“我们大脑的状态在24小时中都不一样，但是我们并没有感受到不同，因为通常大脑的状态与当时的情境是相符合的。”不像“注意力训练员”那种工具是为了要迫使大脑达到单一目标所设计的，但是苏珊比较有兴趣的是探索不同的大脑状态：冷静但专注、高能量的、或是打坐禅修的。因为计算机的软件都是由人工驱使大脑进入某一状态，却没有改变你周遭的环境，所以你用一种新发现的清晰眼光来看状态本身。

“神经反馈可以使你很奇怪地突然感觉到，自己没有任何显著的理由在一个不同的状态。”苏珊笑着说。你平常不会发现白日梦状态的感受，因为你忙着做白日梦，但是假如你因为头皮上贴有电极而突然进入白日梦情境时，你就会注意到了。“假如我训练你在低能量的状态，你会觉得有点恍惚、昏昏欲睡，你可能不会想开车，”苏珊一边说，一边启动计算机来做展示，“假如我训练你在高能量状态，你可能在房间里跳来跳去。”

苏珊开始训练了，她先给我看别人的脑波记录，在屏幕上有三条线，代表大脑三个不同区域的频谱，它很规律地每隔一定的时距形成尖峰突起，“你通常在想睡时会有这样的脑波，但是这个人其实是很清醒

的，所以你看到他有严重的注意力问题。”她一边说，一边在我头皮上贴电极，几分钟之后她敲一下键盘，屏幕上出现一条线。

“这条线是你的。”她说。于是我，至少一部分的我，就呈现在计算机的屏幕上了。

“我在收集脑波，把它分成不同的频率。”她说。再单击鼠标，一条线变三条线，“我要先决定这些频率的阈，然后每一次你增大波幅我就会反馈给你。”屏幕上的视觉反馈使我立刻了解苏珊的意思。当脑波一波一波越过屏幕，有高有低，苏珊在这个波形的上和下画出了两条界线：如果使这两条线很靠近，这就减低了波形的空间，把它推开，就扩大了空间。这个训练的目的是尽量使波峰填满这个空间而不要超越这两个界线。

她用改变界线的方式间接的来改变我内在的大脑状态。苏珊解释：“所以我们可以抓住大脑状态，把它移上或移下，将韵律变低，状态就会变深；使韵律变高，大脑就比较活跃。”

当然，这一切都取决于我改变内在状态的能力，这就是反馈的地方了。我问她说她要如何增加我的动机——我在想糖果或是金星贴纸——她打开第二个屏幕，电玩的小精灵（Pac-Man）出现在屏幕。“这就是你的反馈，当你增强波幅时，小精灵就会开始移动，每吃掉一个白点，你就会听到哔一声。”我告诉她这对我而言，正是最好的反馈，她笑起来：“这对孩子来说非常容易，但对第一次接触的大人来说，几乎是不可能。”

苏珊建议我们从比较主动、比较警觉的状态开始。她按了几个按钮，训练开始了。我瞪着小精灵，等了几秒钟，什么都没有发生。我尝试改变我的心智状态，但是我所感受到的是我在改变我的脸部表情来转

达我的主动警觉状态，好像我坐在前排听教授演讲时，常得做出愤怒、奋发状以使自己不打瞌睡。过了几秒钟，小精灵开始移动几吋，机器开始出现哔声，我并没有感到有什么不同，但是我记得奥斯默说过："只要有哔声就要高兴了。"所以我试着把大脑在专注它自己活动的部分关掉，果然，哔声就开始多起来了，小精灵开始走迷宫，我高兴极了。

当我的小精灵走完迷宫以后，苏珊问我的感觉如何，我很快地自我检查一番，报告说我的确有感到比较警觉，并没有完全亢奋，比较像我在等咖啡煮好，还没有喝到口，但是期待不久就会有咖啡因进来的感受一样。苏珊建议把界线拉近一点，我又开始跟小精灵做心智共舞了，这一次我发现要使小精灵移动最好的方式是去模仿早上刚起床在吃谷物早餐时的心神恍惚状态，换句话说，就是过去我们说的"出神状态"。我只花了几分钟就让小精灵跑完迷宫，当我做完时，低的大脑状态还残留未褪，这也没有不愉快。

我这么容易就进入神情恍惚的状态连我自己都很惊讶，有一部分的理由是它使我松了一口气。从进门起我就感到一丝紧张，因为跟一个陌生人说话，尤其你正要访问这个人，自然而然你就轻松不起来，我发现自己话说得比较快，不只是在外表上跟她聊得快，连内心的自我对话也加快了。在外表上，我说了好几个笑话，不停地搞笑，在内心，我的心智阅读已经跳到"超速挡"了（她会认为我在耍白痴吗？我干嘛一直在搞笑？）。所以当苏珊把我连到神经反馈的机器上时，在外表上是看不出改变的，但是在内心知道自己在一个比较慢、比较深的心理状态就够令我感到惊讶了。我20分钟前才见到这个人，然而刚开始见面的紧张已经消失得无影无踪了。我对自己说：假如这玩意儿是真的，我很想学学如何操控使自己下降到这个心智状态。对我来说，对害怕神经反馈会更加强他们注意的"超级注意时代"的人来说，这像剂解药，你可以用这个技

术来使你自己不紧张，你可以加强专心，你也可以放松、使焦点模糊，或许更重要的是，你可以用这个技术去选择自己所想要的心智状态。

在我遇到苏珊以前，我以为神经反馈是个磨锐、刨光的工具，而不是一个可以改变自己进入不同心智状态中的工具，但是苏珊及她哔哔叫好的小精灵使我看到改变方式或模式本身就是一个技术，而你可以训练到使自己表现得更好。心智有很多状态、方式、模式，同样的，这些方式、模式也有切换的机制，这两个领域对学习使用你的大脑都很有用。“学校不会教你切换的方式，这是我们在这里想要教你的东西。”苏珊在结束后这样告诉我。

[1] 利他能是目前治疗多动儿非常有效的新药，它阻挡5-羟色胺的回收，使大脑中这个神经传导物质的量较多。——译者注

[2] 世界自行车比赛冠军。——译者注

[3] EEG的电极只贴在头皮上，是属于非侵入性，真正要精确控制需把电极植入脑内，类似实验上单细胞纪录的方式来记录神经元的活动。——译者注

[4] 这就是中文同音字会干扰记忆的最主要原因。——译者注

[5] 这是用中文来做实验的好处，所有的中国字在视觉空间所占的大小都一样，不会发生字母长短的混淆变项问题。——译者注

[6] 斯特鲁普干扰实验是1935年斯特鲁普首先设计出来的，故冠其名以纪念。它的解释跟本书有点不同，因为商业化后，它失去很多原来的精神。斯特鲁普实验的被试都是大学生，都有16年左右的阅读经验，是所谓的“功力高的阅读者”（skillful reader），因此，对字的处理已达到不需动用大脑资源的半自动化地步。我们看电视时常为滚动字幕所干扰，如果电影的中文字幕与英文原声的翻译有错时，你会很不舒服，因为这些字幕很自动地进入我们大脑中被处理了。斯特鲁普操弄的就是颜色字

的自动处理历程与写那个字的墨水颜色之间的冲突：两者皆为颜色名字，但是一个代表颜色名字，一个代表颜色本身。当两者一致时，被试反应时间会变快；当两者不一致时，反应时间会变慢、错误率会升高，而颜色名字会打败写那个字的墨水颜色，前者的反应时间会比较快，因为我们辨识字已到了自动化地步，但是叫出墨水颜色却还没有。这个干扰作业在心理学注意力实验上用得很多，读者有必要把这个实验弄清楚。——译者注

第4章　搔痒

或许亲子依附关系最好的进化例子是微笑本能。

所有正常的孩子在一出生头几个月都会微笑，

很多父母认为婴儿的微笑是亲子关系的转折点，

在几个星期哭与睡之间的摇摆后，

婴儿眼睛和嘴巴的肌肉开始显示出快乐，

通常是在看到父母的面孔时会微笑，

突然之间，

这个婴儿可以做出正向反馈了。

像很多新手父母一样，当我知道我太太怀孕了，我就开始担心怀孕期间各种不顺利的可能性，日子一天天过去，我的焦虑也逐日加深：流产、食物中毒、超声波的伤害。到第六个月时，胎位突然下降，医生吩咐我太太卧床以免早产，这时我的焦虑夸张到可以写成电视剧了。我们产检的医生所属的医院在纽约市东区上城，在不塞车的情况下，光是出租车就得坐个20分钟，要在曼哈顿期待没有交通拥塞就像期待在地铁上有人会让座给孕妇一样的不可能。我想象各种情况逼着我在出租车上接生我的孩子，或是在罗斯福大道的人行道上……

幸好我的儿子一直等到足月才跑出来，他甚至等到出租车到达医院才跑出来，整个生产过程都很顺利。两天以后，母子平安出院，当我们回到公寓后，我注意到心头的千斤重担消失了，那天晚上当我去睡觉

时，我才了解在过去的九个月里，我是多么的焦虑，现在，我太太与儿子都睡在我身边，我又是多么的轻松。我跟自己说，我等不及天亮好感受一下在屋子里走而没有恐惧感觉的滋味。

当然，事情不可能永远尽如人意，第二天就是2001年9月11日。

我对于恐怖的那一天的记忆就是在20条街外目睹大楼燃烧、在电视上看到它倒下、当新闻报道另一架飞机也失踪时心中的沉重感觉；但是有一个记忆特别突出，在“9·11”过后的好几天、好几个月里，我发现自己一直在想这是什么意思。这个记忆是我站在太太旁边，她正在摇椅上喂奶，我告诉她第二栋大楼也倒了，我在她眼里看到很奇怪的置身事外、抽离的冷静眼光。我心中则是充满了新手父亲的保护感焦虑：我们安全吗？要不要撤离纽约？纽约的空气对我的儿子安全吗？但是反观我太太好像在听我说别人的事一样，没什么反应。

后来，她承认她觉得整个事件像是发生在另一个世界、与她无关，她无法使自己像别人一样感受到震惊或恐惧，她觉得很有罪恶感。从逻辑上来说，她了解发生了很恐怖的事，但是她无法感受到它。这并非她对可能的威胁无动于衷，因为她叫我们在屋子里的人储水及储粮、打电话给小儿科医生询问燃烧后的空气对婴儿的伤害；然而你可以从她的眼睛中看出，这个危机对她的影响与对我们其他人的影响不同。

这件事对我来说很奇怪：我会期待一个新手母亲特别的警觉，因为她手臂中的小生命是这么的脆弱，难道保护她孩子的本能不会启动更强的恐惧反应吗？我可以感觉到我体内肾上腺素在上升，但是我太太的表现好像她刚刚才服过镇静剂，这是怎么回事？

我后来才知道我们倒真的是服了不同的药，不过这个药是我们体内自己分泌的。我的体内充满了各种激素的鸡尾酒，产生“战或逃”的反

应；而我太太的体内则是非常不同的化学物质——催产素（oxytocin，又称激乳素），这个分子跟生命中最重要的情绪事件有关——坠入爱河、形成强烈的社会依附关系、生孩子。当我愤怒地在屋子里踱着方步、眼睛盯着CNN的新闻时，激乳素使我太太冷静、哺育。虽然我心中一切都是为了我的儿子好，我也了解我与太太谁的反应会对儿子更好。

一年以后，我在加利福尼亚州大学洛杉矶校区的校园里跟心理学教授泰勒（Shelley Taylor）见面，她对激乳素和压力之间的关系做过很深的研究。泰勒是研究正向情绪大脑回路的脑科学家，近来这方面的研究者越来越多了。过去，脑科学家把时间和精力都投在负面情绪反应的神经回路上：恐惧和压力在大脑的所在地被找了出来[1]。直到最近，始终几乎没有人注意到爱与依附，它在科学文献中稀少到你不会注意它的存在，但是泰勒和她的同事现在正想办法来改变这个现象。

当我们在她洛杉矶城市中心的办公室见面时，我先问她为什么会对激乳素感兴趣。她告诉我在20世纪90年代后期去听一位访问学者演讲，谈压力紧张和“战或逃”的本能反应。演讲者提到老鼠在紧张压力的状态会有攻击性的行为出现，当电击两只关在一起的老鼠以制造紧张压力时，如果不及时分开的话，它们真的会把对方咬死。

“这句话在我脑海中像点亮了一个电灯泡似的，因为这个行为跟我们在人类身上看到的有些不同。”她说，“所以我回到实验室跟我的学生说：‘你们如何来解释这个动物实验与人类行为上的差异？’有一个说：‘你知道，动物实验用的全是公鼠，他们完全不用母鼠，因为雌性的生育周期很短。’又有一个人说：‘你知道，人类研究也都是只用男性。’于是我们就去文献中找女性对压力的反应如何，结果发现这方面的资料很少，在1995年以前，女性才占全部被试的17%，几乎没有任何的研究有用足够的女性来做比较。

“缺少性别的比较并非仅是政治上的议题而已，几十年来，对压力反应的科学研究都是先制造一个有压力的情境，例如放一个猎食者进去，或是你的敌人偷了你的粮食，这时身体会产生‘战或逃’的反应。”泰勒认为“战或逃”的本能反应仅是故事的一半而已，“我跟我实验室的学生说：‘好，我们从头开始，女性在做什么？战或逃对女性来说也是合理的压力反应吗？’立刻，我们所有的人都异口同声地说：‘不是，因为女性对压力的反应必须包括对下一代安全的考虑。’我们认为如果你是光棍一个，‘战’的行为很正常，但是假如你要保护你的孩子，‘战’的行为就不是那么好；‘逃’也是一样，只有少数像鹿这样的动物，出生之后不久就可以跑得很快以逃命。”

在听完这个演讲后两年，泰勒形成了她自己的假设，发表在《科学》（Science）期刊上，叫作《抚育本能》（The Tending Instinct）。她说“战或逃”只是处理危机的一个方式而已，还有另外一个选择，就是“抚育和成为朋友”（tending-and-befriend）。你可以用强势的方式面对压力，硬碰硬，你也可以找同伴的援助；在人类是两者皆有，但是在女性中“抚育本能”比较多。她说：“最近有个研究，比较了28个不同的实验，发现其中26个研究中，在有压力的情境下女性寻求社会支持的比男性多。在人类的性别差异中，除了生孩子，还没有哪一项比它的差异更大。在性别差异中，男性有比较好的空间能力，女性有比较好的语言能力，但是如果你看这两条曲线，中间有很多重叠的地方；但是在面对压力、寻求社会支持方面，这两条曲线重叠的部分很少。”

泰勒和她的团队认为，激乳素这种化学物质是照顾本能内在的大脑机制。研究者很早就知道有强烈的情绪依附感时，大脑会分泌激乳素，如生产时、哺乳时或性高潮时。高的激乳素浓度也与紧张压力有关，虽然男女大脑中都有激乳素，但是女性雌激素（estrogen）会加强激素的

效应，使它在男性激素睪丸素（testosterone）比较重的男性身体中作用比较弱。假如照顾本能有生物机制的话，激乳素应该是一个。

如果你去阅读激乳素的文献，你一定会读到一种令人难忘的小动物，它对依附作用神经化学机制的贡献比任何一种动物都大。它就是田鼠（prairie vole），美国中西部草原的一种原生啮齿类动物，是大自然中最浪漫的动物之一。在交配后，大部分的田鼠会维持一夫一妻、共同抚养孩子以终，这种幸福的老鼠家庭在大自然中是很少有的，在哺乳类中，只有5%的动物是一夫一妻、双亲共同抚养下一代。在20年前，一位神经内分泌学家（neuroendocrinologist）卡特（Sue Carter）开始研究田鼠大脑以了解这个不寻常忠贞行为的原因。

卡特是威斯康星大学的教授，她在电话里告诉我：“我会对激乳素感兴趣是因为我知道在性行为时会分泌激乳素，那时已有报告出来显示激乳素会强化绵羊的亲子关系联结（parent-child bond）。”当卡特把激乳素打进田鼠的大脑时，在这个动物身上形成更强的联结。卡特同时也从反方向来研究激乳素，她将关掉激乳素感受体的化学物质打入动物大脑，阻挡激素的作用，结果田鼠的生活形态立刻就改变，不再父慈子孝、夫妻相爱，而是四处打野食、到处留情了。“最强烈的证据莫过于当你把阻挡激乳素感受体的药物注射进去时，动物立刻不再形成配对的联结。”卡特解释说。

好几年以后，艾默里大学（Emory University）的教授因瑟尔[Tom Insel；他现在是美国国立心理健康研究院（National Institute of Mental Health，NIMH）院长]做了一个比较动物学的研究，他比较田鼠和它的表兄山鼠（montane vole）在一夫一妻上的关系。他发现两者非常不同：在忠诚的田鼠大脑中，激乳素的感受体与多巴胺（dopamine）的感受体在大脑的伏隔核（nucleus accumbens）中是重叠的；但是在花心

的山鼠身上，激乳素的感受体是在大脑别的地方。伏隔核是大脑中重要的享乐中心，而多巴胺与觅食和进食的行为有关。在花心的山鼠身上，激乳素的感受体是在大脑的酬赏回馈回路（reward circuit）中，这些结构上的差异显示激乳素的分泌会使田鼠感到愉快，但是对山鼠的效应就不一样了。假如激乳素鼓励动物与它们的配偶在一起，这就难怪田鼠会是一夫一妻了，因为它们的大脑结构使这个依附行为成为乐趣。

想把田鼠研究应用到人类大脑这个诱惑，简直大到不可抗拒。人类激乳素感受体的位置也和田鼠一样，位于大脑中多巴胺很多的地方，显示它也在大脑进食和酬赏回馈回路上。有一个研究比较被试看他情人的照片和陌生人照片时，大脑的活动情形，结果皮质的反应非常的不同。很有趣的是，大脑在浪漫地注视着情人的相片时，功能性核磁共振扫描（fMRI）显示与母亲听到新生婴儿哭泣时的地方一样，它同时也与吸食可卡因的人快乐时的情形一样（我们后面会再回来谈它）。

面孔辨识的研究特别有趣，因为好几个动物实验都将激乳素与社交记忆的形成连上关系。有一个假设说激乳素在性交高潮或生产的时候大量分泌，这会巩固伴侣的面孔及新生儿影像在心智中的地位。许多亲自哺乳的母亲都说她们牢牢记得婴儿在吃奶时，眼睛看她们的情形，这个清晰的记忆和它与温暖母爱的感觉，很可能就是激乳素的“烙印”（imprint）作用。

对有些人来说，很不能接受“爱是大脑回路的产品”这样的想法。我们可以接受恐惧反应是大脑神经结构和化学物质反应的结果，但是不太能接受爱也具有同样的生理原因。有一次在晚宴上，我告诉一位朋友激乳素与依附关系的神经科学研究，他投以非常怀疑的眼神：“我无法相信人们对于爱的经验竟然可能有共同的地方，我敢跟你打赌，假如你扫描热恋中的男女，他们的大脑每一次都不一样。”

从某种程度来说，我朋友是对的。我们的大脑像指纹，每个人都不一样，当你想到所爱的人时，独特的神经回路组合会活化，带出脸孔的影像、过去共度时光的记忆，它是各种不同次情绪的综合体。有些人对爱的经验比较生动清晰，有些人只是难以摆脱与性吸引力的联结，更有人是柏拉图式的爱情；就理论上来说，在先进的大脑扫描上应该可以看出这三者的不同。

然而，在这些不同之下，还是有共同的核心存在。就定义来说，这么基础的情绪应该有它自己的神经回路。假如爱没有生理机制，假如它只是我们学会的，像我们学会打字或拉大提琴那样的话，情绪就不会有转变升华的力量（有的时候这个力量是破坏性的）。了解爱是了解它的独特性，但是有一部分也是分享共同的经验——这是情诗会引起共鸣的原因。

所以这个问题可以转移到你所谓的“独特性”（unique）是什么。每一个指纹都是独特的，但是从另一个观点来看，所有的指纹都有共同的地方：它都在我们指头的前端，半同心圆的圆圈，有非常可靠的部件：中央点、丁稚（detch）点、三角（delta）点。爱就像这些指纹，部件一定是不同的安排，但是部件本身却具有相同的普遍性。

人类大脑的复杂度以及进行爱的实验的伦理问题，使得这方面的科学研究进展得很慢，这时写情诗的人可能可以松一口气。但是虽然我们对人类大脑神经化学知识了解得还很有限，不过从其他哺乳类的研究中可以衍生得之，因为我们是进化而来的动物。爱就像心跳是规律的或者视觉是立体的一样，是属于我们进化的遗产。假如我们进化出不同的交配和抚养孩子方式——出生就弃养、如爬行动物般滥交，那么我们的大脑可能就无法感受到爱。

爬行动物既缺新皮质（这是我们语言和高级学习的中心）也缺少大部分的边缘系统（前面已谈过，即情绪的中心）。爬行动物的大脑并不会产生激乳素，假如进化出了意外使爬行动物发展出前脑能够有语言和高层次的意识，但是保留了它们不抚养孩子的习性，那么爬行动物可能就变成会写出有关生物化学驱动力，如温度的调节，强有力的文章，但是它没有办法写出爬行动物的十四行诗之类的情诗。爱的生物天赋使我们的孩子出生时是无助、极需要照顾的才可能存活下来，这个照顾就是以社会联结（social bond）的方式存在：父母与子女之间的联结、父与母的联结以及衍生家庭对孩子的联结。维持这个联结的黏着剂就在于大脑在我们进入爱的关系时，所带给我们的快乐、回馈和满足。

当你从这个角度来想爱和依附时，爱就成为一个非常棘手问题的解决方法：使有机体去照顾别的有机体，即使对他自己来说并不是最直接有利的方式。新生儿父母马上可以体会到这个卓见；好几个夜晚当你哈欠连天地望着哭闹不休、不可理喻的婴儿时，你对自己说："我这是在干嘛呀？"爱的神经回路是进化使你撑下去的方式，你大脑中化学物质的改变使你在肚子饿时会去搜索食物、在被攻击时会去寻找安全的地方，它同时也驱使你去安慰你的孩子、替他换尿布，虽然你的睡眠被剥夺，他在大哭大闹。

进化生物学家塞蒙斯（Donald Symons）对我们情绪的进化有个很好的解释：我们之所以会有强烈的感情，正因为驱使我们前进的情绪目标是非常难实现的——目标越难，感觉越强烈。在我们大脑进化的环境中，觅食和照顾孩子是最困难的，同时也是生存最关键的，所以进化用大脑中创造出的反馈系统，使我们在吃饭和照顾孩子上得到快乐来鼓励我们。呼吸对我们生存是一样的重要，但是氧气在环境中非常充沛，所以我们在呼吸时并没有温暖或满足的感觉；虽然我们需要氧才能存活，

但是因为它得之太易，并没有一个精密的反馈回路去驱使我们在遭逢困境的时候把它找出来。

或许亲子依附关系最好的进化例子是微笑本能。所有正常的孩子在一出生头几个月都会微笑，很多父母认为婴儿的微笑是亲子关系的转折点，在几个星期哭与睡之间的摆荡后，婴儿眼睛和嘴巴的肌肉开始显示出快乐，通常是在看到父母的面孔时会微笑，突然之间，这个婴儿可以做出正向反馈了。这时机实在来得巧，假如你做个基因的研究，将婴儿的微笑延后六个月的话，你会看到很多孩子被送去给人收养或者干脆就抛弃。第一个亲子微笑的交换是进化最美好的双人对唱：大脑设定好去产生某一个特定的表情，这个表情可以跟另外一个大脑设定好在看到这个表情时，去接受这个强烈的快乐互动。这是爱的语言、第一个无声的音符。

微笑仅是个开端，这本书的许多字都是伴随着我们家中持续不断的背景配音打字而成的：我儿子的笑声。大部分的时候，笑似乎是他主要的活动，而笑是会感染的，你很难听到别人在开怀大笑而不跟着微笑。当我们与儿子在玩时我太太与我得到非常多反馈，但是没有一个反馈比跟他一起笑更快乐、更有情绪上的满足感。我们的笑声常是来自搔他痒及与他玩翻跟斗的游戏。

这并没有什么稀奇，但是却很奇怪，我们一向把这两者当作理所当然——搔痒会引人发笑，笑声会引起听见范围的人笑，即使是孩子都知道；但是当你退远一点来看时，你就会觉得很奇怪了。我们知道天生让我们有“战或逃”的本能反应，或是让我们有性欲，但是为什么别人笑，我们要跟着笑呢？为什么别人用羽毛轻拂我们的肚皮时，我们要笑？它有什么进化上的好处？如果你看一下尼尔森收视率调查表（Nielsen ratings）或个人广告你就会发现，笑是最令人满足、大脑最追求的心智

状态。

要了解笑的根源，你必须先忘掉你过去认为笑是很自然的假设。我们习惯认为笑是对幽默的反应，但是这其实是误导的说法。我们越了解什么使我们笑，你就会发现它离幽默越远。如果要了解笑的根源，你必须忘掉笑话。

幽默的学术研究有很长的历史，从弗洛伊德的《笑话与潜意识的关系》（Jokes and Their Relationship to the Unconscious，这本可以说是有关幽默的最不幽默的书），到英国最近宣布他们已找到世界上最好玩的笑话。虽然英国的研究者宣称他们找了很多的国际性听众作样本采样才得出这个结果，这个笑话讲的却是新泽西州的人：

有两个新泽西州的猎人在树林里打猎，一个人突然倒下去，好像没有了呼吸、眼睛往上翻。另一个人立刻掏出他的手机打119求救。他惊惶地问接线生：“我朋友死了，我该怎么办？”

接线生以冷静、安抚的声音说：“先不要慌，我可以帮助你，第一步，先让我们确定他是死了。”一阵寂静，然后一声枪声。这个人的声音又出现，他说：“好，现在该怎么办？”

从这个笑话可以看出，大部分幽默的内在结构是一个始料未及的不一致性：你原先期待的是X，突然来了个Y。上面的笑话要好笑，要靠对119接线生的话的两个解释层次：这个猎人必须摸他朋友的脉搏或是开枪把他打死。这个故事情境使你想当然地以为他会去摸脉搏，所以当他开枪时，你就觉得很好笑了。当然这个不一致性是有限的，假如猎人选择去做其他不相干的事，如解开朋友的鞋带或爬上树，这个笑话也不会好笑。我们会在下一章中看到，惊奇在幽默中扮演了重要的角色。大脑中有许多次系统专门对预期之外的或新奇的事件做反应。

近年来有几个研究在观察一个人听到好笑的笑话时大脑活动的情形，希望能找出幽默的神经机制。早期的研究指出额叶对了解笑话很重要，另一个亮起来、活化的地方是大脑中控制笑的生理反应的区域。有一个研究是分析右脑前区受伤病人（这是情绪、逻辑、知觉信息汇集的地方），这种病人在选择笑点（笑话最后那个好笑的字）上有困难。要觉得一个笑话好笑其实需要动用到高层次的认知功能。

这就是当普罗文（Robert Provine）想去研究笑时所决定做的，他让被试听笑话及其他诙谐的妙语，然后观察他们的反应。他是马里兰大学心理学和认知科学的教授，也是《笑：一个科学的研究》（Laughter：A Scientific Investigation）一书的作者，这本书是他10年来研究我们为什么会笑的成果。他一开始先计算在一般的谈话中，人们听到别人说话然后笑的次数，他立刻发现过去他对于笑的假设是错的。普罗文说："当我开始记录人们的对谈，然后计算他们笑的次数时，我简直无法相信我的眼睛——说的人自己笑的比听的人多。每一次这种情况发生时，我就对自己说：'好吧，我必须回去从头计算，因为这不可能是对的。'"

他发现说的人比听的人笑的次数高出了46%，而他们发笑的时间点大部分时候并不好笑——听的人和说的人都不是因传统的笑话而笑。他发现只有15%的时候那个句子是真正的好笑，最令人发笑的句子如下：

我们一会儿见。

把那香烟熄掉。

我希望我们都做得很好。

我也很高兴见到你。

我可以应付得来。

我了解你所说的。

我应该做它，但是我太懒了。

我想过正常人的生活。

我做完了。

我早就告诉过你！

在这之前的少数几个关于笑的研究都假设笑跟幽默是在一起的，但是普罗文早期的研究发现这两者的关系其实很薄弱。人们在听到笑话以后当然会笑，但是那只是一小部分的笑。“笑有一个黑暗面，我们有时忽略掉它了，”他说，“科罗拉多州科伦拜高中（Columbine High School）的那些孩子也是笑着走进学校来开枪的。”

当研究进行下去时，普罗文开始怀疑笑其实是另外一回事：它不是幽默、惊讶、不一致性，而是社会的互动。他从分析人们在社交情境和自己独处时笑的形态上得到支持他假说的证据，“当你跟别人在一起时，你笑的几率比你独处时多30倍，假如你不算电视上仿真社交情境所放出来的罐头笑声的话。”普罗文说，“事实上，当你一个人独处时，你比较可能跟你自己说话而不可能笑。”请想想看当你一个人看书看到好笑的句子时，你有多大声笑出来，再想想看当你跟朋友打招呼时，你有多容易友善地笑。笑并不是对幽默的本能生理反应，它不像是对痛的感受或对冷的发抖，它是社会联结的本能形态，幽默只是探索它的艺术而已。

普罗文在巴尔的摩校区的实验室看起来像音响修理店，长长的工作桌上堆满了旧的器材、软管与电线，墙上装饰是彩色的神经元挂图[有一

些实在很像摇滚乐团“死之华”（Grateful Dead）在菲尔摩音乐会的海报]，有一个“搔痒艾默”（Tickle Me Elmo，芝麻街儿童剧场中的布偶人物）布偶挂在椅子上。普罗文的指导教授，已过世的神经胚胎学家汉伯格（Victor Hamburger）从一个破旧的工作站墙上的相框中俯视着我们。汉伯格的表情看起来很困惑：“我把你训练成一个科学家，你怎么在这里玩布偶！”

虽然普罗文大部分的研究是跟他所接受的汉伯格训练有关，探索笑的神经肌肉控制以及笑与人类和黑猩猩的呼吸系统的关系，但是了解笑最直接的方式还是去看录像带，看他在巴尔的摩港口要求人们对着摄影机微笑的录像带，这整个效应比较像地方新闻采访而不像科学研究。但是当普罗文和我一起坐在实验室中看带子时，我发现我自己从一个新的角度来看笑，我一再地在屏幕上看到同样的形态：普罗文请一个路过的人对着镜头笑，那个人困惑了一秒说：“我没办法就这样笑。”然后他转头对他的朋友或家人说这件事，笑声很自然地流露出来，好像呼吸一样轻松自如。不论对象是高中生、结了婚的夫妇或是大一新人，这个形态都一样。

有一次，普罗文穿着格子衬衫、卡其裤，看起来就像是喜剧明星克莱恩（Robert Klein），他要两个开着高尔夫球小车收垃圾的人对着镜头笑，当这两个人无法一听到指令就笑时，普罗文问他们为什么笑不出来。“因为你不好笑。”他们说，然后两人相视开怀大笑。

“你看，你们俩刚刚就使彼此大笑了。”普罗文说。

“那是因为我们是同事。”其中一个人回答道。

这个笑的形态带给我一个很奇怪的感觉，当我们看到一群高中生时，我已经听不见他们所说的话，只听到每10秒涌出的韵律性笑声。笑

声盖过了语言，你几乎听不见歇斯底里笑声下面的对话，假如你是外星人，第一次来到地球、看到人类，你会假设笑是人类最主要的沟通方式，说的话是事后想到所添加的解释。

在某一段大声的笑声后，普罗文转过头来对我说：“你现在还认为笑是这些人意识的决定吗？”他摇摇头说：“当然不是，他们根本不知道自己做了这个决定，事实上，他们根本不知道自己在笑。我们太高估了我们对于笑的意识控制。”

有一个研究显示笑的生理机能是在脑干，这是神经系统最古老的部分，它也负责与我们生命有关的呼吸、心跳，被称为生命中枢。罹患盖瑞格症[Lou Gehrig’disease，即肌萎缩性脊髓侧索硬化病（amyotrophic lateral sclerosis，ALS），是一种脑干的病变，俗称渐冻人]的病人常会不由自主地爆出不可控制的笑声，但是一点都没有快乐的感觉，他们同时也会有不可抑制地痛哭。脑干又叫爬行动物脑（reptilian brain），因为它的基本结构可以追溯到爬行动物祖先，它掌管我们最基本的保命本能，跟了解幽默这种高层次复杂的皮质功能差得很远。然而，我们却在这个原始的脑中发现了笑的冲动。

我们过去都习惯把一般常见但是潜意识的本能认为是进化适应来的，如惊吓的反射反应或初生婴儿的吸吮反应。我们为什么对笑这种看起来很轻率、愚蠢的行为会有反射反应呢？看到普罗文的青少年在屏幕上笑使我想起美国天文学家塞根（Carl Sagan）所讲的一个谜语，他说有一种灵长类的动物喜欢五六十个聚集在黑暗的洞穴中，一致性地用力呼吸（hyperventilation）直到几乎昏厥，这个行为看起来很怪异、很愚蠢，就像鲑鱼逆流而上去产卵然后死亡，或是蝴蝶每年飞几千英里去汇合一样。当然，塞根所指的灵长类就是我们人类，这个团体一致的用力呼吸就是笑，我们喜欢聚在俱乐部中或电影院中笑，或是在家中跟着电

视里虚拟人群的罐头笑声笑。

当我在想塞根的这个谜语时，电视里又传来一阵笑声，在我还不知道我在做什么时，我发现我跟屏幕上这一群孩子一起在笑。我忍俊不禁——笑是会传染的。

我们可能是这个星球上唯一在很大的团体中一起笑的物种，但是我们对笑的喜好却不是唯一的，我们的近亲黑猩猩也喜欢笑，虽然不同的发声器官使得它们的笑声听起来比较像喘气而不像人类的笑声。“这两个物种之间的笑声有点不同，因为黑猩猩的笑声是快速而且浊重的，而我们的笑是像声门闭锁音，有喉头的开和关。”黑猩猩的研究者法特（Roger Foats）说：“此外，黑猩猩的笑是吸气和呼气时，而我们主要是在呼气的时候。但是除了这个在产生过程的差异之外，对我来说，它们的笑就像我们的一样。”

黑猩猩并不会讲单口相声的笑话，但是它们也像人类一样喜欢被搔痒，普罗文认为搔痒是笑的根源。在他的实验室中，普罗文给我看一段两只小猩猩，一只叫佳胥，另一只叫莉吉，跟照顾它的人类玩耍的录像带。每一次黑猩猩的肚子被搔痒，黑猩猩就歇斯底里地又逃又笑。“这就是黑猩猩的笑声。”普罗文说。跟人类的笑声非常相近，我发现我也跟它们一起笑了起来。

很多父母会告诉你，搔痒常是他们跟孩子玩耍的第一个游戏，也是一定会产生笑声的一个游戏。法特是世界上首次教会黑猩猩手语的人（这只黑猩猩名叫华休），他说搔痒在黑猩猩中也一样的普遍，甚至更常见。“搔痒对黑猩猩来说可能更重要，因为它们终其一生都在玩这个游戏，”他说，“华休甚至到了37岁仍然喜欢被搔痒。”正在学习手语的小猩猩，搔痒经常是他们谈话的主题。

搔痒像笑一样，它也是一个社会活动。像幽默的不一致性理论，搔痒也是依赖某些程度的惊奇，这是为什么你无法搔自己的痒，可预测的碰触并不会引发笑声而且不会有痒的感觉，只有不预期的碰触才会。有好几个跟搔痒有关的实验都显示搔痒跟感觉运动系统的自我和他人的辨识有关：假如这个系统命令你的手移动到你的肚皮上方，当你的神经末梢报告它被碰触时，你就不会感到惊讶；但是假如这个碰触是别的感觉运动系统所产生的，肚皮被搔就是一个惊奇，搔痒的愉快笑声是大脑对这个碰触的反应。对人类和黑猩猩社会来说，搔痒通常是最早出现在父母和子女的社会互动中，这对造成父母与子女的亲子联结有很重要的影响。“搔痒和笑这么重要的原因，是它在维持家庭和小区的联结上扮演了重要的角色。”法特说。

几年前，普利兹奖得主科学家戴蒙（Jared Diamond）写了一本标题耸动的小书《性趣何来？》（Why Sex is Fun）。有一些对笑的研究显示搔痒有演化上好笑的原因：它鼓励我们善意去跟别人玩。很多时候，你假装要搔孩子的痒，手尚未接触，他们就已经“呵、呵、呵”地乐不可支了（法特说黑猩猩也是如此）；普罗文在他的书中说可以把“假装搔痒”（feigned tickle）看成“最原始的笑话”（original joke），孩子生命中第一个故意的行为，特意去探索搔痒和笑的神经回路。我们的喜剧坊和电视喜剧是经过文化加强的童年游戏，我们曾经对父母及兄弟姊妹的惊奇碰触微笑，我们现在对笑话的惊奇结尾微笑。搔痒的笑跟婴儿的吸吮与微笑本能一样是进化来加强父母和子女的亲子联结，后来延伸到成人的生活中。

波林·格林大学（Bowling Green University）教授潘克塞（Jaak Panksepp）是位重要的神经科学家，情绪方面研究的先驱。他认为游戏回路的重要性不亚于恐惧和爱的回路。他发现小老鼠游戏的本能是不容

易压抑下去的，如果不准小老鼠玩翻跟斗、追逐等游戏（这个是小老鼠的本能，只要把它们放在一起，就会彼此捉弄，同时会有吱、吱的叫声，相当于我们的笑声出来），它们只要逮到机会，立刻会做这种游戏。潘克塞将老鼠的这个游戏本能比喻为小鸟的飞行本能。“小老鼠聚集在一起做社会活动是最强有力的正向情绪，一旦你的肚子饱了，你没有任何身体上的需求，你就会想去跟别的小朋友玩。”潘克赛说：“3~6岁的童年期是我们看到人类笑的次数最频繁的时候，他们的最爱便是追逐、翻跟斗，所有肢体接触的游戏。”

年幼的哺乳类最爱做的事便是游戏，对人类和黑猩猩来说，笑就是大脑表达对游戏感到快乐的方式。普罗文认为笑声是礼仪化的喘气，你在笑的时候其实就是重复了追逐游戏时的声音，所有的孩子在追逐游戏时一定都会发出笑声。搔痒是我们灵长类祖先留下来的一个重要东西，碰人家和被别人碰都是作为哺乳类很重要的一件事情，我们需要接触他人。

我们对笑的神经机制还不很了解，我们并不知道笑为什么会令我们觉得愉快，虽然最近的研究已发现笑会活化伏隔核，这正是掌管爱的回路的同一个地方。潘克塞的实验显示阻挡鸦片剂（opiates）作用的药物同时也会压抑老鼠游戏的天性，这表示大脑的内啡肽系统（endorphin system）可能跟笑的快乐感有关。有一些临床上研究显示笑会使你健康，因为它会压抑紧张的激素，并且提升免疫系统的分泌型免疫球蛋白（S-IgA）。假如你把笑看成幽默的同义词，笑会使你健康就说不过去了。后天选择为什么要使你的免疫系统对笑话起反应？普罗文的看法比较能合理地解释这个现象：我们的身体并不是对笑话起反应，我们是对社会联结起反应。

这种看法正好可以作为进化学派和弗洛伊德心理学派的桥梁。在两

者的模式中，过去都比现在重要：弗洛伊德的精神分析学派认为过去的焦虑、创伤记忆影响着成年后的心理；达尔文学派认为我们祖先所居住的环境影响着我们，虽然我们现在住的是大都市，但是我们的大脑还是有着当时应付非洲大草原最佳的策略。这两个模式都认为过去的历史使现在的真实性复杂，因为过去的驱动力和欲望无法配合目前的需求；在达尔文的理论架构中，我们受到人类这个物种早期（童年期）的影响，而在弗洛伊德的理论架构中，我们受到个人童年期的影响。

所以要了解笑的根源必须将达尔文和弗洛伊德的模式综合起来。我们笑主要是因为在儿童发展上最易受伤害的时期，笑是将父母与子女亲子关系紧密联结的情绪黏着剂。对父母的触摸会微笑的孩子会对大人产生强有力的情绪联结，这个联结会帮助孩子生存下来。但是大自然是个非常节俭的家庭主妇，她不愿多花设计的钱，最好是一物多用，假如孩子的大脑中有一套联结的机制，孩子长大了也不需要让它消失，所以抚养孩子时所需的机制就移到长大后社交场合来用。因此，我们看卓别林的电影会笑时，我们要感谢童年，这不是弗洛伊德所谓的自己的童年，而是童年本身以及童年时期独特的挑战所带给我们的能力。

笑进化来巩固社会关系，只是后来被用到笑话上，这个看法在现在这个沟通发达的世界更是重要。不久前我参加了一个沟通软件设计的研讨会，他们将20多个人关在一个房间中，面对面地讨论各种问题，它同时让各个成员透过笔记本电脑聊天室的设备与很多人交谈，所谈的内容会投射出来到房间中的大屏幕上，每个人都一边讨论一边用他自己的笔记本电脑与别人说话。

这种做法是你又要说话又要看屏幕上别人在说什么，同时还要马上上网去找相关的数据，等于是同时对一组人进行两组对话，我觉得我们抓下来很多的信息：真实世界的谈话为主，配上房间中无声的聊天，这

真是会使人头晕。认知科学家很早就知道假如我们同时进行两个语言（verbal）的谈话，我们注意力的缓冲空间会塞满，这个实验使我好奇假如一个人同时进行语言和文字的交谈，这个缓冲器会怎样。

但是这次讨论最有趣的是这种安排使所有人的笑话都出笼，跑上聊天室的屏幕，假如有人有可笑的评语要说，他就把它打出来贴上屏幕，你会看到当笑话出现时有人自己偷笑，但是他们都没有笑出声音。我在结束时提到这一点，有人说在虚拟的世界搞笑会增进效益，因为所有人都可以看见所有的笑话，但是它又不会打扰别人说话。不过这只有在你把笑话想成是幽默而不是笑才是如此，假如笑本身是个社会联结的形式的话，剥夺笑会对整个气氛有严重的影响。在会议结束时，主席请我们把笔记本电脑关上，回想一下，结果房间很快就充满了笑声，这个笑声立刻改变了会议的气氛，或许每一分钟多少个笑话的数量有减少，但是房间的气氛友善多了、融洽多了。这是因为会议安排的形式使所有的幽默都是投射到屏幕上，这剥夺了我们大脑因为笑而分泌出的化学物质的反馈。笑话本身并不够，你还得笑出来才行。

在这里，我学到的教训有两个层面：第一，某些场合，尤其是虚拟沟通的场合，会比面对面的沟通少了很多笑声；第二，社交场合如果没有笑声会使大脑的化学物质减少，这会影响你与人互动的整体印象，假如情绪的色彩不足，就会影响记忆在大脑中的痕迹。现代人在发送电子邮件时，常在信尾加上一个笑脸来补充信件所缺乏的语调声，帮忙传递你想要的搞笑，但是因为收信人也是独自在计算机前读它，他很可能不会笑出声音来，这个被压抑的笑就会造成差异，假如他笑出来的话，这个记忆会快乐一点、会记得好一点。

当社会联结的脑科学越来越受到重视时，我们沟通工具的良窳也会越来越用这把尺去评估它。过去注意力缺失症一向被当作现代社会多重

媒体、多重作业的毛病，但是当你从神经科学的眼光来看电子邮件的沟通方式时，你会感到自闭症可能是数字化社会的后效[文化评论者布鲁姆（Harvey Blume）在10年前做了这个批评]。当我们与他人通过电子邮件沟通时，脸部表情、手势和笑声被剥夺了，我们不知不觉模拟了心智的瞎子空白的情绪雷达。

但是对大多数人来说，当我们得知激发这些强有力感觉的化学物质时，我们对个人人际关系的神经科学会有更亲密的了解。这不仅仅是学术上的兴趣（你了解到你的依附感原来有一部分是来自激乳素，但是这个化学效应其实不只是在情绪部分，它还会改变你的记忆、你实时的注意、你对环境和人的评估）。你可以把这些想成药物的副作用（我们在下一章会谈到大脑化学物质的副作用）。当你开始探索心智的副作用后，你不仅记住了药的名字，你也认得病的症状，很奇怪的是，你以前不知道大脑科学时，也知道这些症状，但是你把这些细微的症状归因到别的地方去，或是觉得它无法解释。

这就是我的家庭在“9·11”时的故事。在我孩子出生一年之后，我与卡特谈她在激乳素上的研究，我告诉她我太太在整个混乱中，出奇冷静的反应。想不到我这句话正中红心，她说：“因为我自己的哺乳经验，所以我对哺乳的保护机制很感兴趣。”她已经做完了好几个实验，结果正好可以解释我太太在“9·11”那天的行为。

“我们比较压力在哺乳和未哺乳妇女身上的作用，我们知道哺乳的妇女她们体内有比较多的激乳素，我们发现她们对压力的处理比较好。”卡特说。自从她的研究发表后，后续有更多的研究显示激乳素是科学家所谓的“调降者”（down regulator），它作用在身体的“下视丘—脑下垂体—肾上腺皮质”（HPA）系统，这个系统正是当你听到你没有通过升职时，心中纠在一起感觉的制造者；或是当CNN新闻在报导“9·11”事件中

另一架飞机失踪时，胃里收缩感觉的来源。被激乳素影响的人，她们对压力的感觉跟一般人不同，坏消息比较容易流过她们的身体而不留下严重烙痕。

这就是照顾本能，你可以用击败敌人的方式来减轻你的压力，你也可以用向亲人哭诉的方式来减轻它。就大脑的化学物质来说，这是两种可行的方法：你可以增加肾上腺素，“战或逃”；你也可以用激乳素使你冷静下来，“照顾和成为朋友”。在潜意识里我趋向前者，而我太太选择了后者。就大脑的化学物质来说，我们是殊途同归——用不同的化学物质解决同样的问题。

把事情太过简化是会有危险的，尤其在大脑的领域。在我离开泰勒的办公室前，她提醒我说：“很多人都说激乳素是拥抱的激素，或是激乳素是爱的激素，但是激乳素其实比这复杂多了，它并没有一对一的心智状态上的相关可循，硬要把大脑的化学分子对应到某一个心智状态上，是件很危险的事情。

“例如，如果中年妇女的先生不肯帮忙做家事、不关心她的话，她的激乳素长期性较高。这之间就很不清楚因果关系到底是什么，但是我有一个可能的假设：假如社会支持的需求无法满足的话，激乳素会上升促使这个人去寻求社会接触；当她得到社会支持后，激乳素会降回正常程度。所以激乳素并不是‘使你感觉良好’（feel good）的激素，它可能是‘感觉不好’（feel crummy）的激素，它驱使你去想办法使你感觉良好。”

显然爱情是大脑很多种化学物质的混合，不是只有激乳素而已。有些科学家认为激乳素是与身体自然产生的鸦片剂一起共同作用，激乳素激发社会接触的驱动力，鸦片剂提供你跟亲人、爱人在一起时的温暖舒

适感觉。潘克赛认为激乳素会引起身体自然的亢奋是为了减低毒品上瘾者最痛恨的耐药性（tolerance）——就像毒瘾者对海洛因上瘾后，他每次都得增加剂量才会得到同样的亢奋，大脑对自然产生的鸦片剂也会产生同样的耐药性；但是在动物的实验上，注射激乳素进去会剧烈的减低动物对鸦片剂的耐药性。换句话说，激乳素有可能并不是制造爱和依附的内在快感，而是使愉快感维持得比正常时久一点。

所以诗句“对爱上瘾”可能不仅仅是诗而已，它跟母亲听到她们孩子的哭声、爱人看到他们伴侣的相片、毒瘾者感受到可卡因在他体内作用时去扫描这些人的大脑是一样的。这三种情形外在的真实经验非常不同，但是内在化学的物质却是非常相似，像海洛因和可卡因这种毒品有害是因为它们直接作用到调节爱的联结的大脑化学物质上。当一个人对毒品上瘾时，他的好朋友们最普遍的反应是他能够翻脸不认人，不管是家人还是朋友。我们在不了解毒瘾的力量时，无法了解一个人怎么忍得下心去卖自己的孩子换钱买毒品，但是毒针里的药正使他可以去感受到孩子的爱。我们很直观地了解为什么一个人会为了孩子牺牲自己的生命，其实，从神经化学的观点来看，这跟毒瘾者为了毒品牺牲孩子是一模一样的。

知道爱的化学物质后，使我们对毒瘾者有新的同情。但是对我来说，爱的化学物质最慢消失的是对新生婴儿所产生的联结。在我儿子出生以后的几个月，我太太与我常在想“儿子爱我们像我们爱他一样”这句话是否公平（虽然他带给我们无数失眠的晚上及无止境地换尿布）。我们可以看得出我们的出现（尤其是我太太）对他有显著的正向效果：他可以从号啕大哭到立刻安静下来；他对我们的微笑远比任何人多；几个月后，他开始对陌生人的出现感到害怕，这就是依附感。如果把它想成爱似乎有点牵强，我们想或许它是新生婴儿的情绪，它跟我们大人的爱

可能像悲哀和痛苦一样大有差别。

我的第二个儿子在这本书快写完时出生，在这两年之间我已学会很多有关爱的神经化学知识，使我对我太太与我过去那些无解的问题有了合理的答案。我不再把早期的依附行为当作初生婴儿的情绪，把它跟我们大人的分开。成人的爱的经验是情绪流过大脑时的千百个记忆的总和：过去爱的记忆、浪漫的情诗、奥黛丽·赫本（Audrey Hepburn）的电影，以及最主要的，引起你爱的感觉的那个人的记忆。新生婴儿还没有在这世界上活那么久来累积这些记忆，他们的记忆系统也还没有发展完成来记录或回忆复杂的记忆，成人的爱虽然同样是化学的感觉，它也是作用在你的记忆系统上，不过它有自己的生命。我们并不清楚它的成分是什么，无疑的，每个人的成分不同、比例也不相同，但是激乳素和内啡肽绝对是爱的感觉的关键成分，它带出温暖和满足的感觉，那种来对了地方、放对了位子的舒适感。当然，这个感觉并不是爱的全部，但是它是主要的轴线。

我认为这个化学物质是我们与孩子共享的，即使在他们生命的头几天。当我的儿子一看到他母亲走进房间立刻从大哭大闹到咯咯地笑，他会这样快速改变，因为看见他母亲的脸在他大脑中释放出很多的化学物质，这同样的化学物质也在他母亲的大脑中涌出。当她看见她宝贝儿子的时候，婴儿还没有字来表达他的感觉，对他们来讲，这并不像大人一样伴随着因依附感而出现的一大片丰富的回忆，但是关于这个感觉的某一些重要部分，已经映在两个人的脑海中了。认为我们每一个人都有其独特的方法去感受爱是很好，但是有的时候，共享的经验更令人感动：父母和初生的婴儿并没有共同的语言，他们也几乎没有任何共同的回忆，但是他们仍然可以分享，因为爱的化学物质是父母和子女所共有的天生机制。在你的生命的头几天，你的大脑开始送信息给你说：“你跟这

个人在一起是安全的，尽量跟她靠近。”几十年以后，你仍然得到这个信息。

[1] 心理学100多年来都只注意到忧郁症、两极症“即俗称的躁郁症”、精神分裂症的研究，忽略了预防胜于治疗，应该从源头把疾病的起因控制住，读者可参阅《真实的快乐》（马丁·塞利格曼著）一书，其中详细陈述了时代巨轮的转变。——译者注

第5章　激素在说话

不管怎么看，我们的经验都是被大脑中的化学物质所制约。假如我们认为某些经验是纯粹精神上的、纯粹学术上的、纯粹美学上的，那只是因为我们从来没有去检视在那些经验发生的当时，内在化学的环境为何罢了。

——赫胥黎（Aldous Huxley）

我了解到，我之所以觉得自己很笨其实是悲哀时化学物质的副作用，

一旦我的心情好转、我的前额叶皮质又开始正常运作时，

又会有新点子涌出了。

自从了解到这一点以后，我的情绪低潮便不再带来自我怀疑，

我沉住气静待低潮通过。

我发现自从了解这个内在机制后，低潮的时间越来越短，

因为我已不再担心能力退化，

这个领悟停止了负向情绪的恶性循环。

现代神经化学所累积的知识中，没有任何一个东西像大脑自己所分泌的快乐药物那样流传得广。大脑科学家很早就怀疑止痛药是提取自罂粟花中的鸦片——海洛因、吗啡、可待因——这些都专门针对大脑的某些区域作用，但是一直到20世纪70年代初期，几个不同实验室的科学家发现了鸦片的感受体：神经突触上有恰好符合鸦片剂的感受体，这个发

现带来了后来的发明。从罂粟花中提取毒品已有很长的历史，自人类形成农业社会的雏形以来就有了，但是大脑中不太可能会有它的感受体，因为地球上不是每个地方都可以长罂粟花，大脑中有鸦片感受体的存在显示大脑会产生它自己的鸦片。果然在几年之内，科学家就发现了两种感受体：脑啡肽（enkephalins）和内啡肽，一时间，报章杂志、电台节目都在报导这个令人兴奋的大脑自动得到高潮的“自然亢奋”。25年前我们也发现，人们对健身和慢跑的热衷有一部分是由于在跑得筋疲力尽的同时，大脑会分泌这些强有力的化学物质。人们上健身房不是为了自己身体长期的效益，他们去健身主要是这个运动使他们感觉良好，而大脑记住了这个感受。

大脑有自己的鸦片并非独一无二之事。最近发现大脑中有大麻、尼古丁及DMT（magic mushroom，魔菇，一种兴奋剂）等主要成分的感受体，甚至巧克力中都含有一种自然产生的化学物质苯氨基丙酸（phenylethylamine，PEA）它可以活化某些感受体产生像吸食大麻时的高潮感觉。

从某一方面来说，大脑中有这些感受体的存在无异打了反毒宣传一耳光。有一个你可能听过的老生常谈的说法：一个赞成DMT的人会说大脑中有DMT的感受体就代表这个药物有更高层的目的，它一定有我们所不知道的其他的功能。然而这个说法是个循环论证：当然这些毒品有它的标的感受体，这是为什么称它作毒品，它们是“精神刺激”（psychoactive）——因为它能够选择感受体这个锁，由于它的形状与该锁的钥匙孔类似，只有它才能打开这个锁[1]。地球上有几百万种的植物，它们并没有仿人类大脑自己所分泌化学物质的分子，事实上只有极少数植物进化出来跟人类大脑中的化学物质有重叠的部分，这些植物都被人类大量种植。地球上有这么多的植物，也有这么多的人每天在吃

不同的植物，只要有人吃了某种植物之后，产生良好、愉悦的感觉，这个植物的基因就会被人以耕种的方式保存并传了下去，农业其实就是这样发明的[2]。

同样的道理，里根担任总统的时候所提出的口号“是你的大脑在吸毒”（This is your brain on drugs）其实是误导我们的，事实上你的大脑全是毒品，或者说，你的大脑“如果不是毒品就什么都不是了”（It would be nothing without drugs）。当然，内在自我分泌的与外面进来的是有差异的，但是外来的药物会有用，主要是因为你的大脑把它当作内在自然分泌的化学物质。现在，当你正在读这些字时，你就受到化学物质的影响，就分子层次来说，这些化学物质与你在街角买的那些犯罪物质没什么两样。

这并不是说我赞成毒品合法化。我们的大脑对它自己分泌物质的调节与回收远比对外来的有效。事实上，毒品达到它药效的一个方式，就是使大脑维持正常的工作短路：没有人会因自己大脑分泌的内啡肽过量而死亡，但是每一年都有很多人因为吸食海洛因过量而死亡。长期使用毒品会引起神经损害，这从海洛因吸食者大脑的扫描图可以看出。有一个实验扫描酗酒者、暴食者和可卡因吸食者大脑中多巴胺感受体的情形，在正常人身上，多巴胺感受体区域是两块鲜红色的对称部位，然后慢慢褪成绿色到边缘（红色代表大脑最活化的区域）；在酗酒和暴食者的大脑中，红色区块只有正常人的几分之一而已，表示他们接受大脑自然分泌的多巴胺量减少了，而在可卡因吸食者的大脑中，则根本找不到红色区块。

长期使用毒品者的大脑所受到的伤害，足以成为反毒的最好理由，但是我们不可轻忽吸毒快乐高潮时，那种超越这个世界的感官经验。假如你可以在你最快乐的时候去扫描一下你的大脑，你的大脑看起来可能

会很像第一次吸食海洛因或可卡因的人的脑。

所以我们从这个命题开始：你在吸毒，每一次感觉改变、每一次焦虑产生、每一次爱的凝视，你都会感受到大脑控制你情绪所分泌出来的特定化学物质，这些化学物质基本上与你从外界所买来的非常相似，这些毒品的强度主要在量上，而不在质上。你的大脑并没有足够的内在运输机制来使你的神经突触充满那些药物的分子，这是有理由的。

在少数独特的情况下，我们已经接受了这个结论，即我们的行为是受到内在分泌化学物质的影响，就像有的时候你会听到月经来潮或怀孕的妇女说：“这是我的激素在起作用。”这正是许多似是而非、既解释又混淆说法中的一种。女性在月经来潮和怀孕时，情绪的确会受到脑中所分泌激素的影响，但是把这种感觉认定为“只是激素”造成两个错误观念。第一，它隐含有一个人格是激素的分泌所造成的，并且它是个与正常人格相反的人格；然而，我们都知道，如果没有激素和其他大脑的化学物质如神经传导物质，我们根本就不会有人格。当你的大脑不是受到雌性激素或激乳素的影响时，它还受到多巴胺、5-羟色胺以及其他各种神经传导物质的影响。在任何一个时候，你的背景心情和主题情绪都是大脑中各种化学物质流动的结果，就某种程度而言，激素总是在说话。

这就引到第二个迷思——这句话暗示有一个受到化学控制的女性的脑，以及一个清醒、不受化学物质改变的男性的脑。雄性激素改变男性的判断和行为就跟雌性激素对女性的作用一样。你偶尔会听到有人说他的睾固酮很高，但是你很少看到一个人把男性总裁的攻击性行为解释为“只是激素在作怪”，这个把一切推给激素的根源，可能在于雌性激素比较有规则的周期，这种规则性持久一点后就会看出行为的改变：每一个月某些天，你的情绪会改变，因此在那几天，你就认为是激素的关系，而在其他天你则不认为是。

神经科学通俗化的目的不是在去除激素的影响，而是在精准地了解它。这个问题不应该是“是激素在说话吗？”而是“是哪一种激素在说话？以及它说了些什么？”

要回答这个问题的第一步，是学习认识大脑所分泌的特定化学物质。你可能已经知道一些了：突然受到惊吓，肾上腺素会升高；你被选为班长后，5-羟色胺会使你产生社交自信。你越注意到这些化学物质的分泌，你越感觉到它们的存在，套句音乐人的行话就是：“你发展出音乐的耳朵了。”

音乐其实是一个很好的模拟解释。很多人在听流行音乐时，不容易区分出低音大提琴，它不像人声、鼓声或吉他声那么容易区辨出来，大提琴的声音就好像整个混在一起了，但是假如把它除去的话，你马上就听得出来少掉了什么。你可以感觉得到大提琴的存在，只是无法清楚地分辨出它的音色来，这就是训练可以帮助你的地方了。当你听过单独抽离出来的低音大提琴部分，再听到整个的合奏，这时，大提琴的音色就变得清晰了。最令人惊讶的是，一旦你发展出能听出低音大提琴的耳朵，你便再也无法不听到它，你已无法把它关在你的意识之外了。

大脑的化学物质就像低音大提琴的声音一样，一旦你学会辨识某一些化学物质，这些化学物质就开始出现，就像头痛或晕眩一样，你知道它在那里。这个知识会使你觉得你对大脑的使用比较有分辨力，但是这里有一点神经地图的陷阱要小心。知道可的松或激乳素这些名词会对任何事物产生本质上的改变吗？了解这些会比知道大脑的欲望中心更有帮助吗？

假如知道大脑的这些神经名词只是为了记忆这些术语，它就跟在鸡尾酒会上的卖弄一样低俗；但是了解你大脑中的这些化学物质不仅仅是

记忆这些名词，更重要的是它让你知道你自己身体对药物的副作用和细微化的特性。了解它并不能去除这些副作用，但是你可以把它放在适当的情境之下，知道它们会怎么改变你的判断，知己知彼，才会百战百胜。

设想有下面两种情况。假如你知道你吃了会产生幻觉的魔菇，一个小时之后，你开始感觉到颜色和声音搅在一起了，你突然了解、看透了很多事情，你感到极大的恐惧，当你闭上眼睛，各种东西在你眼前跳舞，你甚至产生有很多奇怪的东西与你以各种不可能的方式互动的幻觉。

现在再想象一下你并不知道你吃了魔菇，突然之间你的世界不知为何就改变了，幻觉和情绪改变不知从哪里出现并跑到你的大脑中。

在这两种情况中，你的大脑是被同样的药物所改变，但是两种经验非常不同。对于第一种你觉得很好玩、很新奇，让你大开眼界；而第二种却会把你吓得要死、以为自己疯了。这两种情境的差别只在于一件事：药物没有变，你对药和它的作用的知觉有变。知道魔菇可以把地毯变成毒蛇窟，使你可以轻松去欣赏蛇及蛇的幻觉。你不能强迫你的大脑停止幻觉，但是你可以安慰自己，因为你知道这是药物的正常副作用。这个安慰无疑会改变你的行为，你不会绕着房子、惊恐地大叫“蛇！蛇！”或去精神病院报到，你会坐在沙发上、嗤嗤地笑。了解药的作用会改变你的经验。

对自己身体内分泌的化学物质也是一样。知道激乳素对压力管理的效用帮助我和我太太了解“9·11”那天早晨她出奇冷静的反应；当我了解一想到创伤的经验，杏仁核就会引发肾上腺素的上升时，我对每次刮风所引起的恐惧反应就比较容易释怀。当我感到内心的焦虑一直在增加

时，我就会想：这只是激素在说话，这个感受并没有消除，但是它的作用已经减弱了。

了解自己身体所分泌的化学物质，用克雷默（Peter Kramer）的话就是“聆听”你身体的语言，会使你了解很多新的心智状态。克雷默在他的《神奇百忧解》这本书中谈到一个新的心智类别：拒绝敏感度（rejection sensitivity）。没有人喜欢被拒绝，但是有拒绝敏感症的人对失望的消息会有强烈的反应，有时候他们会特意去避免带来失望或被拒绝感觉的情境，以及使他们失去展现才能、改善生活的机会。以往心理学临床诊断手册对这种情况并无特殊的分类，直到新的药物上市才带出人们对这种情况的重视。

研究者发现5-羟色胺对调节被拒绝感觉的敏感度有关键性的作用，因为百忧解增加大脑中5-羟色胺的浓度，那些原先很怕被拒绝的人发现在药物的作用下，这种恐惧逐渐褪去。他们并不是觉得特别快乐或特别不顾一切的爱冒险，他们并没有失去看待事情的敏感度，只是失望的打击变得不那么沉重；他们不再沉浸在坏消息中，这使得他们对自己有信心，敢再去冒第二次被拒绝的险。

我想读过《神奇百忧解》或是服用过百忧解的人，就很了解那种被拒绝感觉的敏感度，正是一直隐藏在他们心底无法确切指出的那个感觉。一般来说你是快乐的、做事有动机、对世事有兴趣，但是在心中一直有个隐忧：觉得自己有什么不对劲，尤其在社交场合，你并没有忧郁症，也没有躁症或强迫症，但是你很容易泄气，为一点点不该泄气的事而觉得提不起劲来。由于这个感觉并没有名称，所以我们一般人不会特意去想它，至少不像我们去想心理学上一些通俗的类别：外向／内向、左脑型／右脑型、躁郁症／精神分裂症那样。一直到阻挡5-羟色胺回收的新药出现后，这个拒绝敏感度的类别才被突显出来，我们也才前所未

有地能够准确地操控5-羟色胺的浓度。当大脑中5-羟色胺的浓度增加，虽然每一件事情都还是一样，但是被拒绝的敏感度消减了。这个改变使我们容易侦察到心智的某些特别倾向，就像你的耳朵对大提琴的声音特别敏感后，你根本不必刻意去听，你自然就听到了。

要感受到大脑情绪系统外围的效应并非一定要靠药物，大脑中主要的神经传导物质本身都很繁忙、掌管很多重要的功能，我们所感受到的情绪其实是身体中几十种生理和化学物质的总和。描述情绪的语言充满了跟身体的关系：我们的皮肤发痒、头皮发麻、心跳像赛车，这些都不是比喻，而是这些情绪状态所分泌的化学物质会引发身体状况，所以威廉·詹姆斯（William James）才会说情绪不过是身体状况的改变——你本来不觉得害怕，但是你感到你的心跳像在赛车般加速了——詹姆斯认为恐惧就是你的心跳加速。

虽然情绪系统不能像药丸那样立刻降低你的焦虑，但至少它们会产生可靠的外围效应，使你容易去辨认自己所处的情境。几年前，安东尼奥·达马西奥的研究团队曾经用正子断层扫描检视人们在回忆强烈情绪经验时大脑中的情形，当被试感受到强烈的快乐、悲伤、恐惧和愤怒时，他们打出预定的信号，让实验者开始扫描以找出大脑中这些情绪的部位，结果他们果然找到各种情绪在大脑中的神经地图，每一种都不相同。

但是在实验中，研究者发现了一个他们没有预期的现象：与悲伤最显著的关联是前额叶的不活化反应，而快乐则会增加这个区域的活化。前额叶的活动与创造、思考有很大的关系，当你在思考时，前额叶非常活跃。安东尼奥·达马西奥发现快乐活化前额叶而悲伤使这个区域活动减低，所以在心情不好时大脑的联想能力也降低了。

当我第一次看到安东尼奥·达马西奥的研究报告时，我大为震惊，我想到过去几年来，当我心情不好时，我什么好的点子都想不出来，我的心情低落连带的很快使我开始怀疑我的能力——我不但心情不好，还变笨了，真是雪上加霜！这跟感冒时的感受不同，虽然感冒也使我心情不好，但是我不会因此觉得自己笨，因为我会认为我的大脑在忙着打退入侵的病毒，所以没时间去想新的点子；我以为生病本来就会使人心思愚钝、脑筋不灵光，所以我就会坐到电视前去看那些不用大脑的综艺节目。

安东尼奥·达马西奥的研究使我了解到我之所以觉得自己很笨，其实是悲哀时化学物质的副作用，一旦我的心情好转、我的前额叶皮质又开始正常运作时，就又会有新点子涌出了。自从了解到这一点以后，我的情绪低潮便不再带来自我怀疑，我沉住气静待低潮过去。我发现自从了解这个内在机制后，我的情绪低潮的期间越来越短，因为我已不再担心能力退化，这个领悟停止了负向情绪的恶性循环。

或许最重要的发现是了解了研究者所谓“情绪一致性”（mood congruity）的化学物质。因为大脑是个联结的因特网，又因为我们的记忆在编码时是带有情绪成分的，所以当大脑在某个情绪状态时，它很自动地勾起许多与此情绪相似的过去情绪回忆。当你感受到压力时，你比较容易想起过去的一些压力情境回忆；当你感到害怕时，你会联想起很多过去害怕的回忆，这就是情绪的一致性：你的情绪系统比较会想起跟你现在情绪相似的过去事件回忆。

我们的大脑天生的建构是不会泼冷水的。当你觉得快乐时，你的大脑并不会提醒你还未报税或你可能会被解雇；当你觉得快乐时，你比较容易想起马上可以去度假了，或是上星期做股票大赚了一笔。假如你的杯子是半满的，你的大脑会多加一点水，使它看起来更满！

这个效应可以解释为什么快乐的人更快乐（喜上眉梢）而沮丧的人更沮丧。很多沮丧的人必须不断地提醒自己人生有许多美好的回忆，快乐的记忆不会自动出现，它必须特意去追寻。

几年前巴黎的萨勒贝堤耶（Salpêltrière）医院对患有帕金森症的病人做了一个新的尝试，他们在病人的脑干中植入微电极来协调动作，因为大部分的帕金森症病人失去自主启动一个动作的能力：手脚颤抖，行动困难，而植入微电极刺激脑干的某些部位会减轻这些症状。

有一个病人不幸被刺激到掌管悲哀的地区，当电极被通上电后，病人立刻缩到椅子中，脸上满是悲伤，很快她的眼眶满是泪水，她开始跟医生谈陀思妥耶夫斯基（Fyodor Dostoyevsky）的《地下室手记》（Notes from the Underground）："我已经活够了，我受够了，这种生活……每件事都是如此的无望。"当医生把电流关掉后，她的绝望感觉立刻消失，她微笑起来，承认她不晓得为什么她的世界会突然暗下来。

这个事件是个最好的例子让我们看到情绪自我启动的威力。试验中的帕金森症病人在没有任何外在原因的情况下情绪就低落下来，引发这个悲伤情绪的并不是感受到悲哀的事件或想到悲伤的事情，它不过是纯粹电流的刺激活化了生理上掌管悲哀情绪的地方。生理的改变足以使她的大脑充满了悲伤的影像，大脑的皮质联结区充满了她身体在难过时的记忆：肩膀抽动起来、眼眶充满了泪水，这是身体在面对真正难过事情时的反应，所以当电极引发出同样的神经回路活化时，这些记忆就充斥着她的脑海，在几秒钟之内，她甚至失去活下去的勇气。

我们其实比自己想象的更接近上述那位帕金森症的病人。人逢喜事精神爽，听到一个好消息，其他事都得心应手；或是在参加了好友的葬礼后，觉得世界灰暗，到处都是死亡与疾病。这两者都是大脑的错觉，

来自大脑神经回路的活化，情绪左右了我们对世界的看法，我们偏向于寻找跟我们目前情绪状态相符的记忆，而不是平衡合理地去取样外界的刺激。这就是军中所谓的“粉饰太平——专挑好的说”（incestuous amplification），你的记忆系统就像个好大喜功的上校，隐瞒坏消息，只报告司令官他想要听的话。就像这个模拟，假如你知道你的自我毁灭的循环回路要启动了，你就可以绕路避开它，你可以主动去寻求与它相抵触的信息，或是从“一粒砂中去看世界”，天底下没有什么大不了的事，事情没有那么糟，那只是你的激素在作怪罢了！

情绪不只会使某些记忆比别的记忆更重要，它也会影响编码的细节。许多年前，哈佛大学心理学家奥斯纳（Kevin Ochsner）做了一个实验，他让一群大学生看一些幻灯片，有些是正向的情绪（微笑的孩子）、有些是负面的（扭曲的脸），还有些是中性的。你可以猜到，几天之后他去测试这些学生的记忆时，那些引发强烈情绪的图片记得最清楚。正向的和负向的记得一样清楚，而中性的就从记忆中褪去了，如我们所预期的：大脑的情绪标记发挥了它的作用。

但是奥斯纳在询问他的被试究竟记住了什么细节时，发现一个有趣的差别，对于正向的影像，被试记住的是那张图片给他整个的印象，以及引起他愉悦感觉的记忆痕迹；但是在回忆负面影像时，被试记住的多半是细节。快乐的影像，他们记住整个场景，但是不愉快的影像，他们像刑警一样检视犯罪现场，他们记住的是细节。这两种影像都编码到大脑中了，但是编码的历程却遵循着不同的规则，这是研究“镁光灯记忆”的另一种方向。我们前面在谈杏仁核时曾提到镁光灯记忆，当我们经验到不愉快的事件时，我们大脑尽可能地记录下细节，万一这个细节跟以后的威胁有相关的话，这个信息就能派上用场了。

这可能是为什么负面的记忆一直萦绕着我们（所谓阴魂不散），而

正向的往往过去就忘了。大脑是一个联结的网络，所谓记忆就是同步发射的神经回路。有的时候，重叠的神经元会跟原始的神经回路一起被活化，这就是我们的大脑对两个相关的记忆所做的联结：一首老歌会使你想起第一次听到这首歌时的大学宿舍回忆；秋高气爽、万里无云的蓝天会使你想起“9·11”飞机撞入摩天楼的场景。假如负面情绪是建立在多重的细节上，每一个细节又有它自己共振的神经回路，这表示它有更多的回忆线索把你带回当时的场景，不愉快的记忆本身就带给你更多的细节使你忘不掉。

这个情绪的副作用值得我们仔细探讨。许多毒品对我们的记忆系统都有大家所熟知的效用，迷幻药LSD（lysergic acid diethylamide，麦角酸二乙酰胺）会使你想起过去旅行时所发生的细节，即使是好几个月以前的事，你的记忆仍然清晰可辨；大麻会妨害你的短期记忆；咖啡因强化我们的回忆机制（至少第一杯咖啡会如此）。虽然仅有少数的人使用大麻或LSD，但是这些药效大家都知道。我们大家都使用药物来制造大脑正向和负向的情绪反应：我们都可以感受到恐惧、悔恨和快乐。这些大脑中神经生化的反应有可预期的效果：它们增强记忆、使我们想起类似的事件、编码更多的细节。你一天可能感受到很多次情绪的一致性（即情绪与你所经验的事件都为正向或都为负向），很奇怪的是你从来没有经历过灵光一闪——过去事情突然清楚呈现在心中。到底哪一种效应才是真正大家都经历过的呢？

我们的大脑不是只管正向和负向的记忆，它同时还管新奇、不曾见过的记忆，也记住跟我们预期不同的事件。从很多方面来说，所谓的智慧其实就是我们预测未来的能力，不论这个能力是通过DNA编码进我们大脑还是通过生活经验进入我们的大脑。当一个物体从上而下突然变大时，我们会退缩，因为一个东西从天而降突然变大通常是危险的征兆，

表示我们会被它击中，我们的退缩就是一个聪明的行为。假如马路结冰、路面很滑时，你会轻踩刹车，一踩一放、一踩一放而不是一路踩到底，因为用正常踩刹车方式会使你的车立刻打滑，非常危险。你的轻踩、轻放刹车就是一个聪明的行为。所谓智慧就是能看到“因”同时能预测“果”，所以新奇、不曾见过的东西应该在我们的心智上占据一个重要的空间，好像我们的大脑就有这样一个基本规则：假如你期待X却得到Y，你最好把整个事件记下来。

从我有记忆开始，我就有一个奇怪的嗜好，去记住朋友、老师或同事在餐桌上、在研讨会上所讲的话。有人会不经意地替古巴强人卡斯特罗（Fidel Castro）的经济政策辩护几句，或是批评法国导演高达（Jean-Luc Godard）的电影，甚至流行音乐天后麦当娜（Madonna）最新的专辑。不知怎么，他们的话就烙印在我脑海中，我发现几个月、甚至几年之后，我还在脑海中构想与他们争辩的句子，或是替他们的话找寻新的证据。有很长一阵子我对自己选择性记忆的标准感到很困扰：为什么我牢牢记得这一句话不放而忘掉许许多多其他的话？

这个问题一直到我读到大脑的注意力和记忆系统是设计去编码新奇和令你惊异的事情后才恍然大悟。盘踞在我长期记忆中的那些话有一个共同的地方——它们都是令我惊异的话！你听你自由派的朋友谈安·兰德[3]（Ayn Rand）有多厉害，突然之间，他宣称他支持渐进式赋税，你会觉得很诧异，因为两者前后矛盾；或是你认为你精通进化论的所有规则，突然之间，有人提到某个达尔文支派的想法是你从来没有听过的，你的大脑会突然立正仔细聆听：“嘿！那是什么呀？我怎么从来不知道？”

法文里有一个词很能捉住这个机制的精神，直接翻译成英文就是“楼梯的智慧”（l’sprit d’scalier），根据《牛津成语字典》的定义是：“一个

不能翻译的词组，它的意思是一个人在下楼梯时才想到刚刚在客厅里应该可以反应的反唇相讥的话。”我们刚刚在客厅时没有想到该如何对答是因为我们太意外了、一时措手不及而无法做出回应。我们对可预测的情境都准备好了很多对答的话，但是对突如其来的话题常会一时不知所措，要等到事过境迁下楼梯时才想到刚刚应该可以怎么回答，也就是自己不够急智。我们会一直在脑海中反复回忆这件事是因为我们的记忆本来就是设计好专门对出乎意料的事多加注意的。

研究者现在知道大脑中有一个神经化学的系统专门在追踪、辨识新的经验和令你惊讶的经验，尤其如果这个经验与报酬有关的话。这个系统主要是受到大脑中多巴胺系统的调节，因为它在好几种毒品上瘾（如可卡因）的机制中扮演着重要的角色，所以很多人把多巴胺描述为大脑的“快乐”药物，但是它其实会误导读者，因为多巴胺的作用绝对不止快乐。第一，多巴胺跟大脑中其他主要的神经传导物质一样，在大脑很多地方都有作用，许多时候并不见得跟快乐或报酬有关（帕金森症的病人就是因为大脑运动皮质区的多巴胺不足而造成动作功能的缺失）。但是把多巴胺当作快乐药物还有另一个问题，类鸦片（opioid）是个纯粹的快乐药物，如果大脑中充满了类鸦片，不论是自然产生的还是非自然产生的，你都会觉得很快乐，这是为什么生活中一些最重要的行为——性高潮、社会联结都会引起大脑中分泌类鸦片。多巴胺并不是像类鸦片这样的快乐药物，它是当大脑预期会得到报酬时，假如报酬超越或不到预期的期望值，就会送出警讯。它有点像股票分析师在看每一季的盈余报表：假如公司表现很好、达到预期的标准，就不会有新闻；但是假如公司有出乎意料的损失或收益的话，他就要写报告。假如你期待看到你所爱的人的脸或抢到一个新客户，然后你果然得到你所期待的，这时多巴胺在你的系统中会保持平衡；但是假如你没有得到你所预期的，这时多巴胺的产量就会快速下降；相反的，假如这个报酬比你想象得更好——

你的爱人不但来了，还带上一束鲜花，或是你的客户交给你两倍的生意——这时你的大脑会分泌额外的多巴胺来宣告这个好消息。电影、小说、童话故事都是利用这个来达成新奇感：我们喜欢故事有惊无险的最后大团圆，因为我们的大脑对惊奇有着生理上的偏好。

比较低的多巴胺浓度会活化潘克塞所谓心智的“寻找”（seeking）回路——驱使我们去搜寻环境中新的报酬途径。假如你期待一整桌的满汉大餐，结果只得到几个烧饼充饥，你下降的多巴胺浓度会驱使你立刻去厨房冰箱里找东西吃。长期性的低多巴胺浓度会使人产生像毒瘾者对毒品那种强烈的饥渴，就如我们在上一章所见，它也会在社交瘾（social addiction）上轧上一角。在上述的这些情境中最主要的就是多巴胺系统对真实世界与心中预期的落差，多巴胺系统不变地聚焦在新奇的和惊异的事物上。

毒瘾研究者认为有些人特别容易上瘾，最主要是因为他们预期报酬的阈值太容易因经验而改变。每一天的到来都会带来新的可能性，有时报酬比较高，有时报酬比预期低。当累积了这些经验后，多巴胺系统就开始评估报酬有多接近原先的预期。假如你的预期值很稳定，你就不会因为偶尔的失常而忧心；但是假如你的预期值很不稳定，每天的起伏很大，那么你就容易被最近的事件所影响，事情就会变得比较难处理了。比如说，有一天，在一个1～10的量表中，你期待的是5，那一天你碰巧中了乐透，乐到快接近满分10；假如隔天早上醒来你还是预期10的话，你的多巴胺浓度就要下降了，因为不可能每天都中乐透，你的报酬低于你的预期；但是假如你有一个稳定的系统，第二天醒来仍然预期5时，你的多巴胺浓度就不会下降。

这是为什么有的人吸食可卡因，觉得很不错，但是永远不再碰它，而有的人即使在可卡因已经不能再带给他愉悦的感受后，仍旧不停地服

用它。可卡因跟好几种神经传导物质有交互作用，但是研究者认为它的毒瘾部分与多巴胺回路有关。当它在你大脑中活跃时（通常它的药效只有一小时），它带给你“10”的感觉，假如你的大脑立刻重新设定预期值，你就会发现你渴望更多的可卡因。[就如卡林（George Carlin）曾经说的：“可卡因使你成为一个新的人，而这个新人第一个要的东西就是更多的可卡因。”]假如你的阈值不容易变动，那么减低的报酬值就像股市老手会去忽略他已经知道的亏损报表。

大脑中有化学物质会制造出快乐和报酬的愉悦感，它同时也有化学物质会制造对快乐和报酬的胃口。因为报酬很少从天上掉下来，所以胃口系统就跟我们心智在热衷追求新的经验有紧密联系。快乐系统就驻扎在内啡肽和肾上腺素的近亲——正肾上腺素上；而对新奇事物胃口的系统是驻扎在多巴胺上。快乐系统和追求新奇系统两者是相辅相成、同步进行的，但是每个人的都不一样，有显著个别差异，有人前者强，有人后者强。这两者人格特质并不相同（享乐主义者并不见得爱新奇），但是它们可以有重叠的部分。

几十年前，心理学家克隆宁格（Robert Cloninger）曾经提出“统一的人格生物社会理论”，从三个主要的神经传导物质：5-羟色胺、多巴胺和正肾上腺素来设定人格的主轴，5-羟色胺的主轴包括“对危险的躲避”（harm avoidance），也就是“拒绝敏感度”的另一个说法。假如你的5-羟色胺浓度很高，你比较有信心、不那么容易觉得受到伤害；假如5-羟色胺低的话，你会防御性强、不太肯冒险。多巴胺，如我们前面所见，调节“对好奇的追求”这个主轴；而正肾上腺素调节“对报酬的依赖”这个主轴，它使我们对快乐的刺激产生或多或少的依赖。克隆宁格认为这三个主轴在某种程度上是各自独立的，人格的各个面向最后可以回归到这三个主轴上。你可以很依赖报酬、对新奇的东西不在意、中等程

度的趋吉避凶——你是一个整天待在家里的享乐主义者，或者你可以是不惧危险、不计报酬的探险者，永远追求新的经验、不管它是危险或舒适——自愿上前线去采访的战地记者就是这种人格。

克隆宁格的这个“统一的人格”理论并没有被许多心理学家所接受，但是如果把它当成目前大家所接受的人格理论的补充材料的话，它倒是带来新的观点，让我们对传统的内向、外向、疯狂和忧郁的人格名词，有一番全新的了解，使我们从里面去看大脑如何影响人格的表现。事实上，克隆宁格理论的一个问题是它没有包含其他重要的神经生化物质如激乳素或是内啡肽，这个模式最大的问题不在于把人格特质归因到大脑中的神经传导物质，而在于它没有包含足够的神经传导物质主轴。

在不久的将来，我们将会有工具——无论是诊断测验或是脑造影研究——使我们可以发展出正确的人格向度的神经生化主轴。我们将可以很自信地说我们是有高于一般人的5-羟色胺浓度、一个很容易重新设定的多巴胺系统、比一般男性少一点睪丸素的人。这个人格剖面图会有点像“神龙传奇”（Dungeons and Dragons）电玩游戏那样战力指数分析的方式：你的主角的灵敏度有15分、魅力有12分、智慧有7分。

神经生化的剖面图听起来像电影《傻瓜大闹科学城》（Sleeper），但是它并没有电影那么疯狂或邪恶，至少它不会冷酷无情地将你和你的基因结合在一起，因为生活经验和学习会改变你的神经生化。你的高5-羟色胺可能是因为生下来就如此，或是后天教养使得你如此。剖面图当然是一个人格粗糙的简图，但是至少不会比SAT成绩或人事广告上的描述更差，你仍然是要通过跟朋友交往，才能更深入了解一个人，但是当你没有时间或机会长期跟一个人交往时，知道他大脑化学物质的信息可能是很有用的。当人们听到神经剖面图感到退缩时，主要是因为他们以为这个分析会取代所有我们用来了解人格的方法。其实这并不是一个有

你无我、选甲就把乙排除的命题。

或许有一天我们会进步到用神经传导物质的浓度来了解我们的好朋友（“高5-羟色胺、低多巴胺、中等的雌性激素，嗯，这听起来像是××！”），像这样的人格描述可以真正抓住这个人的特质吗？当然不行。但是它也可能比描述一个人“身高六英尺三英寸[4]、142磅[5]、家中排行长男”来的有效。你可以基于上述描述知道我讲的是你那一个朋友，但是这些信息对你了解这个人并没有任何帮助，因为这不是全貌。神经传导物质的剖面图也是一样，它不是不相干的信息，但是它也并不是全貌，一旦你了解神经传导物质数据的意义后，这些数据就可以派上用场。它是人格的一部分，就像童年是你人生的一部分，你不会把童年的经验省略只因为它不代表100%成年后的你，所以你也不该拒绝神经传导物质的剖面图。

把神经传导物质剖面图包括进人格来的好处；是它留给你生活经验和学习对人格影响的空间，不像基因剖面图那样没有回转的余地；你大脑的神经传导物质一部分是DNA决定的，但是它也受到后天教养的影响。许多年前，有一个著名的研究是去探讨压力在最具阶层性的人为机构（英国的文官组织系统）中的影响。结果发现这个人在文官制度中官阶的高低，可以清楚的预测他将来会不会得心脏病，因为这跟可的松有关——官阶越高，可的松越低，即使是最顽固的生物决定论者都会承认天生可的松浓度低的人是位居顶端的人。文官制度的文化环境会影响公务员的压力程度，因而改变他大脑的生物化学物质：阶级越高，可的松越低，阶级越低，可的松越高。这种激素浓度会出现在我们的神经传导物质剖面图上，但是它们不见得会像基因一样把你的命运在未出生前就锁定在双螺旋中。事实上，它们可能指出的是身体之外，社会本身的不平衡。在我们身体和大脑中流动的自我分泌的毒品，可以告诉我们很多

有关我们自己的信息，并不仅是我们天生的、生理的自我而已，它反映出来的是一个大脑内在化学物质以外的世界。

我想在不久的将来我们就可以看到全美人民平均可的松浓度的长期追踪图表，以及其他主要内分泌的统计表。这些图表会像我第一张放大的肾上腺素浓度表，每一个波峰都代表着我说的一个笑话。你在恐怖分子攻击时会看到可的松的大量涌出，在经济萧条时也会；你的5-羟色胺在股票市场狂飙时会窜高。外界的事件并不会改变DNA，至少不会在10～20年的期间内改变DNA，但是这些事件会改变大脑的化学，它作用的期间可以以秒或以年来计算。大脑的内分泌系统在人类的历史上一直都扮演无声却重要的角色，现在它们终于发声了。

[1] 细胞膜上有许多感受体，每一种感受体的形状不一，只有与它相符的神经传导物质才能打开这个锁，进入细胞内活化细胞。——译者注

[2] 这就是神农氏尝百草。——译者注

[3] 安·兰德是俄裔美国作家，主张个人主义、资本主义、自我主义。——译者注

[4] 1英寸＝0.0254米。

[5] 1磅＝0.454千克。

第6章　扫描你自己

我们还不了解神经元的发射如何能产生各种新奇的点子，

不过我们可以精准地知道当一个新点子出现时，

大脑的什么部位在活化，

我们可以找出短如一个念头的大脑心智处理历程，

我们可以知道念头从何而来，

我们所需的不过是一个勇敢的、没有幽闭恐惧症的被试，

以及一台200万美元的核磁共振仪。

1933年夏天，作曲家拉威尔（Maurice Ravel）在法国度假胜地圣让德吕兹游泳时中风了，虽然中风后他仍然活跃、没有退休，但是中风是个转折点，因为后来他饱受忧郁症、失眠、暂时性失忆之苦。他一开始是在水中感到肢体不听使唤，但是随着日子的流逝，长期的缺陷越发显著，中风使他不能再作曲了。

一位世界级的大师不能再作曲已经够残酷了，但是中风还有更残酷的地方——他不再能将脑海中的音乐转换成谱或弹奏出来，他失去了与世界沟通他的音乐的能力。也就是说，拉威尔的中风带给他与贝多芬（Ludwig van Beethoven）耳聋完全相反的效果：他可以欣赏音乐，但是他无法将内心的音乐传达出去。“我心中还有很多话要说，脑海中还有很多的想法。”他对朋友说，但他这些想法、这些话被困在大脑的黑盒子中，直到他1937年过世都无法挣脱。

由于拉威尔的中风同时使他不能再写字，他传记的作者描述他花了8天的时间写一封50字的短信给他的朋友。神经学家现在认为他的左脑中风、损伤了他的语言中心，但是他右脑的情绪中心却是无恙的，中风后的拉威尔还是会被音乐所感动，但是他无法把这个感动转换成文字符号（以谱记下）或肢体动作（弹奏或哼吟），他可以听到音乐，却无法把它分解成部件。

拉威尔的中风显示了大脑对音乐信息的处理历程：我们一般是仰赖右脑来欣赏音乐，但是音乐家，尤其是那些读谱和写谱的人，他们的左脑也活化起来工作。拉威尔的情形支持了大脑有基本模块的说法，即使是一个表面上看起来很单一的作曲行为，都包含了很多不同的大脑区块：一边的大脑构思旋律，另一边的大脑把它描述出来。

当我们在说音乐天才时，尤其是作曲家，我们通常指的是他们左、右半脑合作无间的表现：把一团无法分解的音乐热情转换成可以被编码、可以被转给其他音乐家看或给我们听的东西。我们大部分人听音乐时只要动用到右脑就能欣赏别人的音乐了。

但是假如你从远一点的视角来看音乐所带给我们的愉快，例如搔痒或猜测别人心中在想什么，这就变成一个很奇怪的大家都有的能力。跟作曲家写谱的能力比起来，欣赏音乐似乎是很简单的事，不过这个简单是个假象。为什么音乐的声波会控制我们的情绪？我们热爱我们的孩子，因为这个热爱帮助孩子生存，使我们的基因传下去。那么为什么我们要热爱情诗或吉他弹奏呢？

我对大脑的了解越多，就越觉得科学可以告诉我们某些行为发生的原因，例如注意力、恋爱、恐惧等。这些行为都有进化上的重要性，所以不意外的，我们在大脑中看得到跟这些行为有关的大脑结构。但是生

活绝对不仅是本能，人类许多最高的喜悦来自与进化无关的经验（至少从表面上看来是如此），我知道为什么我跟孩子之间有紧密的亲子联结（所谓母子连心），但是我很难解释为什么我在听莫里森（Van Morrison）的专辑《星际星期》（Astral Weeks）时会觉得背脊发凉、毛骨悚然，虽然我至少听过它1000次以上。大脑科学可以解开这个谜吗？科学可以告诉我们为什么有本能、它能告诉我们为什么有纠缠不清的情绪吗？

有一个方式是先改变一下问问题的方式：先不要问为什么音乐使我们感动，我们可以先问：当音乐感动我们时，大脑发生了什么事？我们可能永远无法知道音乐对人心理的进化理由（耳朵大概不是为了喜欢听音乐而进化出来的），音乐可能是古尔德（Stephen Jay Gould）最有名的“三角壁”（spandrel，楼梯下的三角空间）——由其他被选择的特质所造成的副产品，但是我们已经知道当我们欣赏音乐时，大脑的情形就如拉威尔的中风所显示的，音乐欣赏大多发生在右脑，这表示音乐与语言对立的说法直觉上是成立的——具体语言类别和比较流动性音乐的联结是源自大脑的两个半球。

我们同时也知道音乐带给我们个人的感觉，如战栗是怎么来的。潘克塞花了十几年的工夫去探究音乐所带给人们战栗感觉的神经化学物质是什么，他所发现的以及其他类似结果的研究让我们了解到在聆听我们最喜爱的音乐时，会感觉战栗或打哆嗦主要是身体自己产生了类鸦片——从大脑中被释放出来。这个生化分子也是社会联结、亲子之爱、慢跑者的亢奋（runner'high）以及海洛因及吗啡效果的来源。潘克塞发现动物对音乐也会有战栗的效果：在一个被广泛引用的实验中，他放了几十张不同的唱片给鸡听，在这些鸡身上都贴了电极来测量它们的快乐感动[结果发现鸡最喜爱平克·弗洛伊德乐团（Pink Floyd）后期的作品《终

幕》（The Final Cut）]。在此我们又看到大脑化学解释了我们最熟悉的经验：听音乐的喜悦竟然跟为人父母的喜悦或吸毒有关系。

现在，让我们想象一下把潘克塞的实验再往前推一步，让我们来窥视一下拉威尔的大脑，这个大脑在尚未中风前，想到新的旋律时是什么样子。到目前为止，大部分的脑造影研究都集中在正常的大脑和有某些病变的大脑，但是我们有机会来扫描一下特别优秀的天才大脑，它会让我们看到什么？

我不知道音乐灵感来时是什么感觉，对我来说，这个灵感是字和句子，而不是旋律与和声。我不敢讲自己是文字的拉威尔，但从我有记忆以来，字就会很自然地跑出来变成文章，也就是说，我从小就文思泉涌。脑科学对文字的天才有没有什么可贡献的地方？我想知道当一个新的点子出现时，我的大脑是什么样子？我想知道在两个想法之间出现一个模糊的联结时、将写得不顺的文章从头把一个句子重新写过时，大脑是什么样？我不是一个喜爱悬疑侦探小说的人，有基因上也有后天的关系使我变得如此，但是灵感这个东西却是我非常好奇的。这就是济慈（John Keats）在叫我们“打开心智牢笼的门”时所追求的东西——一个念头突如其来的出现在你的眼前，它究竟从何而来？

假如我们能回答这个问题真不知有多神奇！我们现在只能从进化的根源推测新的点子从何而来，我们还不了解神经元的发射如何能产生各种新奇的点子，不过我们可以精准地知道当一个新点子出现时，大脑的什么部位在活化。我们可以找出短如一个念头的大脑心智处理历程，我们可以知道念头从何而来，我们所需的不过是一个勇敢的、没有幽闭恐惧症的被试，以及一台200万美元的核磁共振仪。

我以为我正是那个勇敢又没有幽闭恐惧症的人，直到他们把我的头

固定在一块金属板子上，开始把我往一个两英尺宽的隧道里面推，只有一面像扑克牌大小的镜子让我窥视外界时，我才知道我不勇敢。从技术上来说，我的头正接受一台5吨重的奇异核磁共振仪（GE Twin-speed fMRI）的扫描。哥伦比亚大学脑造影小组的主任赫胥（Joy Hirsch）正在引导我进入这个前卫的大脑扫描仪器，她答应帮助我去追寻我的梦想：从我的大脑里寻找新点子出现时的情形。

这个想法从我第一次接触到注意力训练的生物反馈仪器就有了。在我做跟注意力有关的作业时，我就对大脑在做各种作业时的情形感到好奇。写作本身对我的心智就有奇怪的效力，我可以在忙碌了一天后筋疲力尽、完全不想动一下；但是假如我坐在计算机前面、叫出一篇我写到一半的文章时，我会立刻开始调整句子的顺序、重新写个开头。它好像是个强迫行为，非这样做不可！在我孩子出生以前，我很担心家里有个孩子不能专心写作，的确，我发现很多事情需要专注力：阅读、电话采访，如果孩子在房间里我就没法做；但是写作不一样，当我专心在改文章时，就算有一架747的喷气式飞机在我房间起飞我也不会注意到。

所以这就是我去找赫胥的原因：我想知道当我全神贯注时，我的大脑发生了什么事？我知道她的实验室有很好的仪器可以捕捉心智活动，她们才刚刚买了这台核磁共振仪，她有几十年的经验来解读大脑影像。然而真正的问题在于我们是否能设计一个实验来清楚地显示出大脑的活动：当我的大脑陷在这个5吨重的核磁共振仪中时，我能够想出一些好的点子来吗？

在我要去扫描的前一个星期左右，我向赫胥建议实验的流程：我先念一些无意义的句子，然后念一段别人的文章，然后再念一段我自己的文章（事实上，就是这本书里的一段），当我读自己的文章时，我希望能产生一些灵感的火花——某个字使我想到多添一个句子或换个方式重

写这句话，或是其他临时冒出来的灵感。假如一切顺利的话，这台仪器会照到灵感在我大脑中形成时的情形，功能性核磁共振不像生物反馈技术，它可以抓住大脑细微功能活动的改变，它测量神经细胞用氧的差别。这并不是一个最完美的方式，你必须至少要有50万个以上的神经元活动，仪器才能捕捉到，然而它是目前所有技术中最能够让我们看见大脑内部活动的一个方法。

当我到达实验室时，赫胥跟我坐在她办公室，把这个流程再走一次。她告诉我她把一开始控制实验中阅读无意义句子的程序，改换成闪烁的黑白棋盘格子图案，因为它是标准的视觉测验刺激。

“你不能用无意义句子作为控制组，因为我们对大脑所谓的‘无意义’的定义并不清楚，”她解释道，“一般正常的活动，如阅读或摸触一个东西或辨识一张面孔，你在大脑特定的区域会看到预期的活动，好像大脑把工作指派给某个适合的部位去处理；但是当有杂音出现时，整个大脑都会亮起来，想要找出杂音的来源。”大脑在面对杂乱无章的情形时，会动员所有的组织以找出一个合理的解释，重新设定秩序。

赫胥解释每一个实验阶段都包含三部分，每一部分40秒：休息、活动、休息。扫描仪开始运作时，我什么都不要想40秒；然后刺激出现（棋盘格子图案或文章），我要看40秒；然后又什么都不想40秒。每个120秒的阶段要重复两次。

当赫胥告诉我实验的流程时，我开始担忧我会不会有足够的时间去“想”，我并不想花40秒阅读，尤其是在我阅读自己的东西的时候，我要的是用字去引发新点子或联想力。所以赫胥终于同意做最后一分钟的改变：在最后一个阶段本来应该让我读这本书中的一个句子，现在改由让我冥想40秒。

赫胥接着告诉我可能的危险："我们在检视你的大脑，所以有很少的机会我们可能会发现大脑的异常。"

我点点头："你的意思是指脑瘤。"

"有的时候，被试会说假如你们看到任何东西，不要告诉我！"

"嘿！假如你看到任何你不喜欢的东西，绝对要告诉我。"我微笑着说。

然后她告诉我扫描仪器方面的危险："这是一个非侵入性的程序[1]，基本上很安全。"我想起来几年前有则新闻报道，某个医院的职员将金属垃圾筒留在功能性核磁共振仪的房间中，当仪器启动、开始扫描病人时，强大的磁场吸起垃圾筒，将它变成致命武器，当场砸死那个病人。

我决定不要提起这段新闻。

然后她的声音变得比较严肃，使我感到下面她要说的事比肿瘤或飞天垃圾筒更重要："我想你应该知道有人觉得关在扫描仪中非常不舒服。"

"因为它很有幽闭恐惧症的威胁？"

"它的空间很小，机器又有很大的声音。有些人很不能适应这样的环境，但是你知道我就在这个房间里陪你，任何时候你想出来透口气只要让我知道，我很容易就可以帮你出来。"

"我想我没事的。"我相当诚实地说。我当然也会对很多事情感到恐惧，但在所有我害怕东西的名单上关在密闭空间中的排名并不高，只要一开动的头几秒没有飞行的金属物体对我砸过来的话，我想我会觉得在

那里面相当安全。

一两分钟之后，我们便走向了核磁共振室。这个机器本身像个巨大的烘干机，大约10英尺高，在它中间贴着奇异的商标。我躺在可移动的滑板上，操作人员轻轻地把我的额头靠在顶端并给我一副耳塞。

于是我就进去了。

在核磁共振仪里的感觉绝对比从外面看起来难受得多，它里面的空间出奇的小，那种被封在一个大机器中不舒服的感觉要比你想象的还严重。为了我的实验，赫胥和她的工作人员在我眼睛上方放了一面小镜子，使我可以看见仪器外面的世界，它同时让我可以阅读由投影器投射到屏幕上面的文章，但是它同时也带给我想吐的感受。这是因为两个模块送来了相互抵触的信息：我一部分的大脑知道我被送进一个很窄小的隧道中，而我的眼睛却报告它可以看见外面房间里的东西，大约有一秒的时间我想：糟了，我可能会是那些喊停、做不下去的人之一。

于是我就做通常在紧张、有压力情境下所做的事情：我开始开玩笑，一个只有我才了解的笑话。我对自己说："我怎么会到这里来？生活中什么样的奇怪事件使我去要求别人把我放进这个令人窒息的疯狂机器中？"想完之后我就没事了，不舒服，但是没事。



本书作者在核磁共振仪中

功能性核磁共振仪可以抓住两种影像：一般的核磁共振仪，它的分辨率高，但无法显示大脑的哪一个位置在活动，而功能性（functional）的影像是分辨率稍低，但可以显示大脑中活动的地方（功能性核磁共振仪是利用大脑在工作时需要比较多带氧的血液，因此

就会制造一个很小但可以被侦察到的磁场改变）。我们一开始时，先依照习惯将我的大脑扫描一次，然后就进入实验程序，先是黑白棋盘的图案。

你很容易就知道功能性核磁共振仪有没有在作用，因为它发出巨大的声响，难怪他们要给我耳塞，当你躺在扫描仪内时，你感到一台巨大的卡车正要倒车进入你的大脑。在第一个40秒的休息时，我发现我无法去想任何事情，除了一直感到机器声音太大以外。当黑白棋盘的图案出现在屏幕时，我觉得这好像在参加某种诡异的艺术表演，一个很小、拥挤的空间，黑白的影像一直投射到屏幕，伴奏是单调、有节奏的、震耳欲聋的巨响。

但是到第二次黑白相间的图案出现时，我已开始习惯噪声及狭窄的空间，我可以从镜子中看到赫胥在外面对我微笑，噪声逐渐退隐成背景音乐，我开始觉得自在了，自在到连原本在“休息”的那40秒不可想东西时，大脑也开始在乱想。首先，我发现我在想要用什么样的词句来描述这台仪器和我现在这个扫描的经验。当我发现我正在想这些时，忍不住微笑起来，因为我的头还塞在这个扫描仪的圆管内呢！我发现这正是大脑充满活力和可塑性最好的例子：你使你的大脑处在一个无法忍受的环境里，你叫它不要去想任何事情，结果它还是可以去想出很多事情来。你无法想象任何一个比现在更不友善的自由联想环境了，但是在这里我的大脑仍然想个不停，就好像我坐在一棵橡树底下做白日梦似的。

然后我开始阅读，阅读文字比起黑白棋盘来得费力些。赫胥选择的是诺贝尔医学奖得主坎德尔（Eric Kandel）的经典神经科学教科书中的句子，而我给她的是这本书初稿当中弗洛伊德的句子，我必须强迫自己去念坎德尔的文章而不去想目前这个奇怪的环境。当然，就如任何一个五年级的学生得要读暑期指定阅读作业那样，你必须不断地提醒自己把

注意力放到阅读的材料上，在这种情况下你并没有读进去太多，假如等一下出来要考试的话，我敢打赌我记得的不到一半。我发现读自己的东西容易多了，但是还是没有足够的时间去冥想，在做完这个阶段时，我对自己说我很高兴我们追加了一段纯冥想的时间。

我虽高兴，但同时我也很累了，在那25分钟的时间内，我的头移动不超过1厘米——这个空间越来越有压迫感了。当第一个静止的幻灯片出现在屏幕上告诉我可以冥想时，我完全没准备好。“完了，”我对自己说，“我现在要来想一些事。”在这200万美元的仪器内，整整40秒，我想不出什么有意义的事情来，我一直在想我要想，结果我什么都没有想出来。

但是当流程走到第二轮的最后一个冥想阶段时，我准备好了，我决定让我的大脑自由地去想这个实验，我已经开始在心中描述我要怎么写这台仪器了，何不继续想我会怎么描述这次的经验。所以当静止的幻灯片又出现在屏幕上时，在我的脑海中开始出现句子，我开始在心中写书了。

我在功能性核磁共振仪中所串起来的文句其实就是你前面刚刚读到的那一段：大脑即使在很不舒服的情境下仍然可以保持它的活力。

赫胥分两个阶段告诉我结果。第一阶段是我一出来她立刻告诉我大脑中没长什么东西，我很健康。她把片子放到X光看片机上，一边看、一边跟我说：“你的大脑是‘教科书中的脑’——很正常、很典型。”我骄傲异常，不过只有一秒，我心想：“她可能对所有的被试都这样说。”但是我还是很高兴知道自己大脑中没有什么肿瘤。不管我聪不聪明，至少我的大脑是正常的。

第二阶段的就是我所关心的信息了。几天以后，赫胥寄给我一封电

子邮件，告诉我结果出来了，“你会很满意。”她在信中这么说。我第二天立刻搭地铁到哥伦比亚大学去找她，我们坐下来花了很多时间讨论我的大脑。

赫胥整理出40张彩色的大脑图片，每一张都包括4个我大脑在工作时的影像。从脑干开始一层层的扫描图，每一个实验阶段仪器捕捉到25张大脑当时的情境。先从“休息”的时候，再到活化的时候，比较这两个阶段的大脑血液流量。这使你看到跟某项作业有关的大脑区块在工作，而把大脑本来就在工作的部分变成背景[2]。例如我的脑干很稳定的在工作维持我的呼吸，但是那个区域不会在扫描时亮起来因为它的工作形态并未因实验的操作而改变[3]。

有改变的大脑区域就以金黄色显示在影片上，然后逐渐褪成橘色和红色到四周。这情形跟气象报告的多普勒雷达（Doppler Radar）影像很相似（假如你眯起眼睛来看脑干图的话，大可以把它想成是暴风眼），这个影像是投射在方格纸那种格子上，旁边标有号码，有号码的格子加上扫描时切的方位就形成一个三维空间有经度、纬度的坐标，每一个方格所造成的小立方体叫立体像素（voxel），每一个立体像素都有它特定的地址，例如我的杏仁核就在第13张片子的立体像素（65，70）。这个坐标使你容易比较不同大脑的活动区域，也可以用它来与纸本画的大脑区域做比较。

赫胥一开始先把第一阶段的25张片子平放在桌上，黑的棋盘所引发的活化形态立刻可见，即使我这个门外汉也看得出，基本上是因为除了视觉皮质之外，其余95%部位的大脑都没有在活化。

“我们过去已经知道闪烁的黑白棋盘图案对处理视觉信息的大脑来说，是个非常显著的刺激，”她说，“现在看到的正是大脑在处理视觉信

息。”

她指着一条黄色的带状物：“这就是主要视觉皮质区，黑白棋盘图案所激发的活动不会超出视觉皮质区之外，额叶完全没有活化，这是你所能得到最纯粹的视觉的反应了，”我们两人都笑起来，“你的大脑在看这些黑白格子时，用的是最低消费额的力气。”

看到其他那些没有亮起来的95%的大脑，我想起有人曾对我说过我们只有用到10%的大脑，然后说假如能用到100%的话，我们不知会有多聪明。当然在某一个特定时间，我们只用到某一部分的大脑，也幸亏是这样我们才能学习。你的大脑有数十个精密的功能，大多数与你现在所注意的无关，假如你在背诵一篇演讲稿而你的视觉皮质一直要去把别人拉进来的话，你就很难去记住讲稿里的字。只用到10%的大脑是有效率的一个征兆，而不是效率不够，去争辩我们要达到100%的功能才会比较好，就好像争辩莎士比亚如果每一个字都用到26个字母，他会有多伟大一样的无稽。[4]

赫胥摊开了第二阶段的图片，就是我在读坎德尔的文句时的大脑扫描，它跟第一阶段的对比吓了我一跳！当然视觉皮质仍然有活化，但是其他地方活化得更多。赫胥说：“当然你期待会看到视觉皮质的活化，因为你在阅读，但是我们也期待看到更高层次的功能。”

她指向第12张扫描片子的左、右两边大脑的两块黄色说：“这个区域跟动眼有关，你的眼睛在阅读时，左右跳动，这是你在看黑白棋盘时所没有的。”

“现在看这个不同的地方，”她说，大脑的中间和两边都相当活化，“这是当你有高层次的处理历程时。这个地方跟语言处理有关——外侧部分是布洛卡区，这里前脑的活动很多。”她指着另一张片子，“这里

是威尔尼克区，在黑白棋盘时，这个地方完全没有活化。所以你的语言区、视觉系统、动眼区等，都参与了你的阅读活动。”

我需要一点帮助才能找到主要的地标，但是一旦学会了，我就掌握住自己大脑活动的区块，我觉得自己很像一个自闭症的孩子在学习阅读别人脸上的表情。我对赫胥说：“假如你完全不知道这个实验，光看这些大脑的影像，你能看得出这是一个人在阅读吗？”

“当然，绝对可以。这是教科书上的例子。”然后她促狭地笑着放下第三阶段的片子，“这是某人在阅读他最喜爱作者的作品。”

我们现在看的是我在读我自己文章时的大脑。乍看之下，大脑的形态与上一个阶段很相似，但是大脑活化得更厉害，黄色的区块更大、更显著。“管他诺贝尔奖不诺贝尔奖的，显然这个坎德尔没什么号召力！”赫胥大笑说。

“哎呀，真不好意思！”我有些难为情，“这从一开始就是一个虚荣心作祟的实验。”

“你看，同一块区域在工作，但是你在读自己文章的时候工作得更起劲，这真令人惊讶！”

“我真是太高兴了。”我不好意思地轻摇我的头。我注意到海马体这个记忆中心活化得很厉害，而在我读坎德尔的文章时，它是不甚活化的暗红色。“所以在读我自己的文句时，联想到比较多的东西，因为那些是我自己写的话。”

“正是。”赫胥说。我想起过去我一直抱怨文字一印成书就不想再去读它，因为你经历了初稿、修改、重写、编辑给你做的修饰，到最后你在读时，过去所有修改过的都一涌而出。现在我终于看到它们涌出来的

所在，就是那些黄色立体像素的区域。

我想我可以把这一刹那描写成后现代的反思句：你，亲爱的读者，在读一本书，这本书描述一台200万美元的核磁共振仪在扫描一个大脑正在读这本你正在读的书。当你可以直接看到大脑活动时，谁还需要电影《黑客帝国》（The Matrix）中送出信号给大脑的计算机母体？我们不需要无穷尽反思过的反思，我们需要直接看到大脑的工作，将心智打开，仔细地看。我可以看到我的海马体在活化，将我的大脑填充许多相关事物的联结和回忆。我在读我自己的字，这是真实，不是错觉。

赫胥把我大脑的扫描图摊在桌面上时，很像一个解读塔罗牌的人，但她的分析一点也不神秘，我发现自己在想："这个我根本不熟的人居然以一个从来不曾有过的方式进入了我的大脑。"这是为什么我觉得反思的解释是不对的，这并不是无尽的模拟（simulation），我进入了我的大脑而且我觉得这很真实、很亲切。

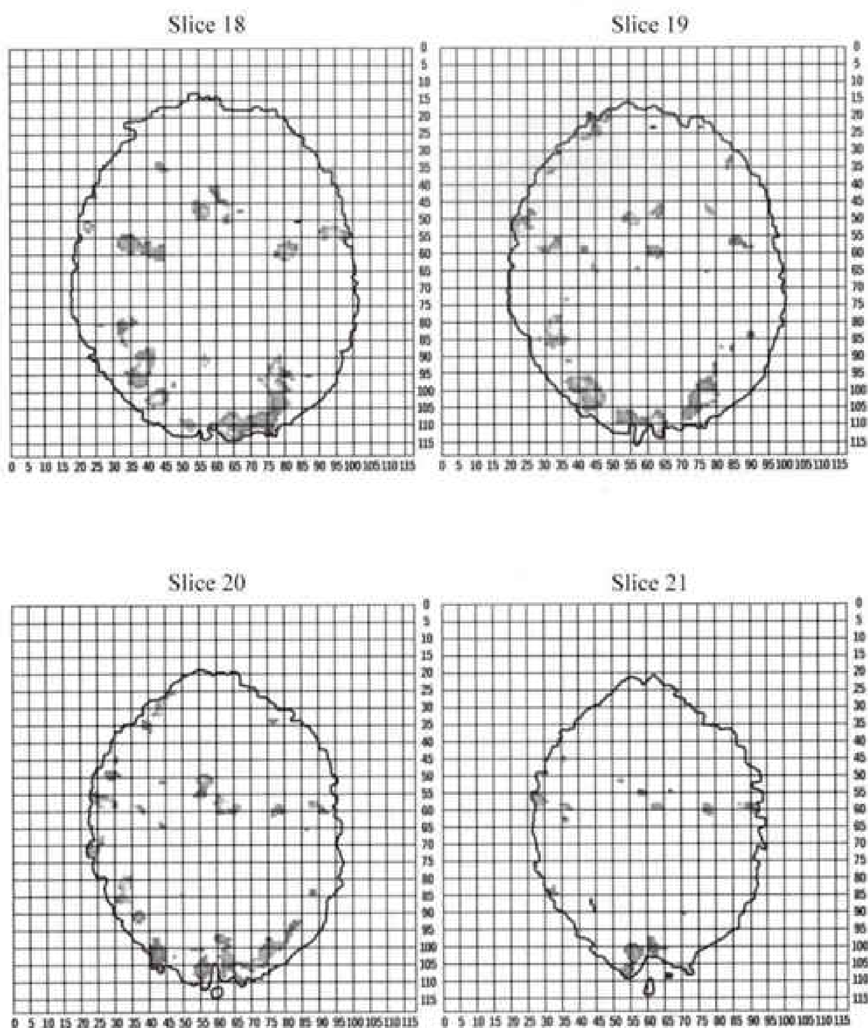
到目前为止，我们所看的影像都是二次造影的平均，当我们要看冥想那个阶段的片子时，我请赫胥把两次的扫描分开来看，因为我觉得第一次做得很糟，而第二次我做得很好。

这两次的造影一点都没有让我失望。第一次时，只有零星的几点，大部分是红色的立体像素（表示比黄色活动力弱），看不出有什么形状；但是在第二次扫描时，只有语言区活化，一条黄色的带子从大脑中央一直通到顶端，其余地方都是暗的，很少的视觉活动，几乎没有任何的眼睛运动。

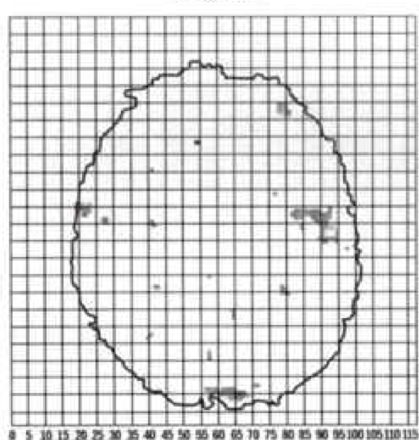
"最近在神经影像学的圈子里很流行一个效率（efficiency）的观念，基本上它是说当大脑碰到一个棘手的难题时，活化的地方会很零散，像这个样子，"赫胥指向第一次扫描的图，"这不是一个有效率的行

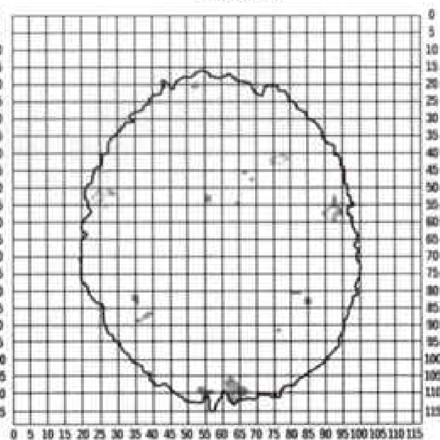
动，跟这一张完全相反，这一张你可以看到大脑特定的工具很有效的被应用到解决手边的难题上。”

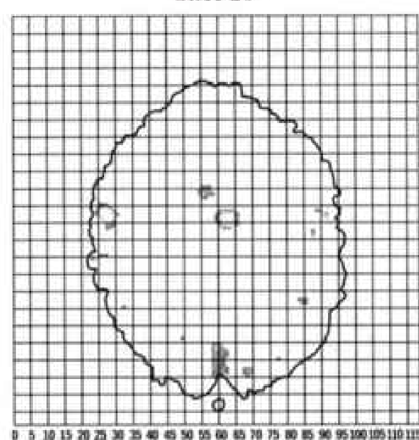
本书作者 FMRI 大脑扫描图

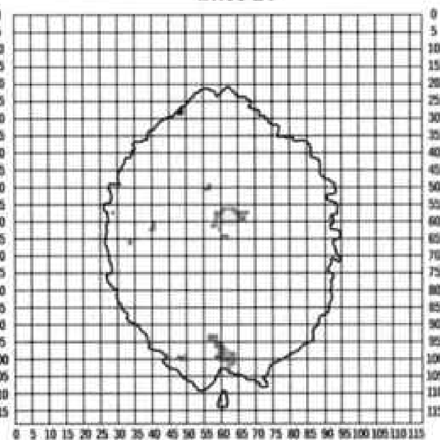


棋盘测试（The Checkerboard Test）





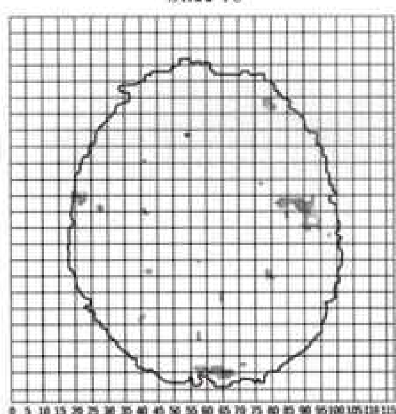




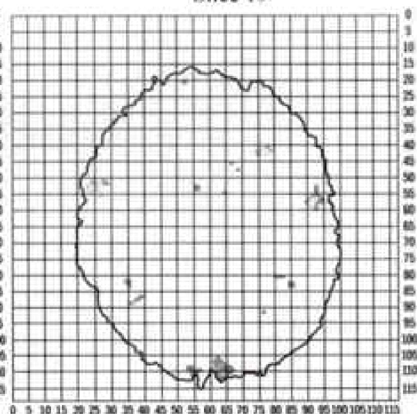
阅读（Reading）

本书作者 FMRI 大脑扫描图（续）

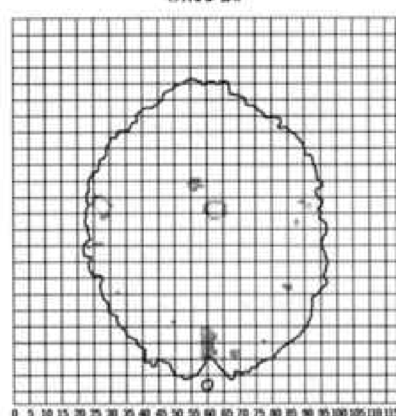
Slice 18



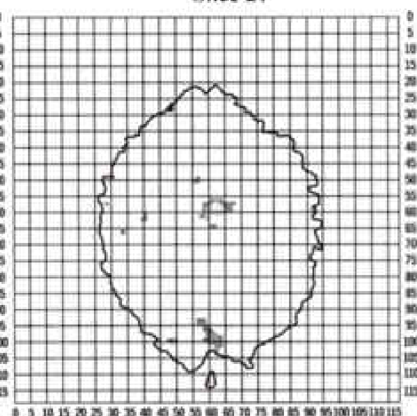
Slice 19



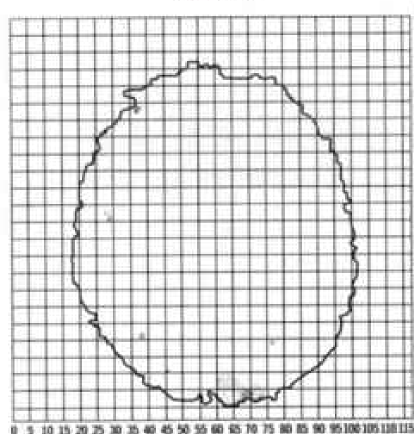
Slice 20

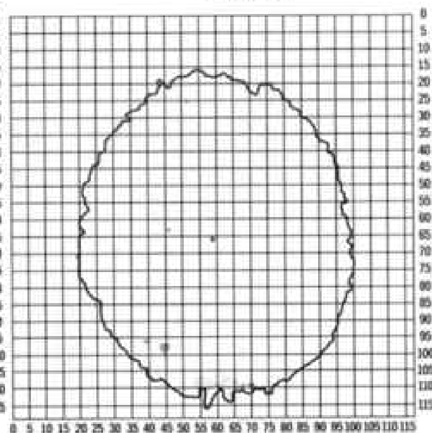


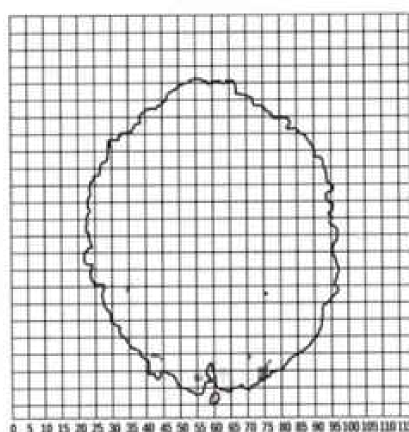
Slice 21

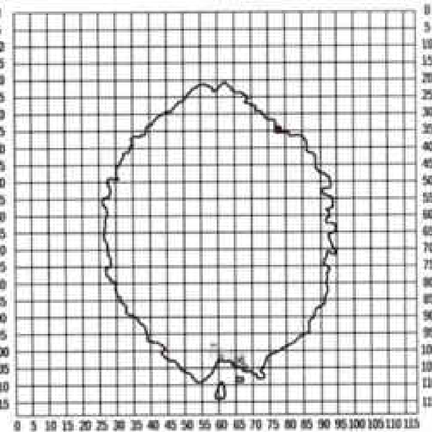


失败的冥想（Failed Rumination）









成功的冥想（Successful Rumination）

“这一张看起来你知道你在干什么，”她指着第二次扫描的鲜黄色区块说，“请看非常集中的额叶内侧，这是这次扫描最特殊之处，这里是大脑执行最高层次功能的地方，你看它像根杆子一样一直通到扣带回（cingulate gyrus）。我认为额叶内侧在协调大脑不同的活动上很重

要，在适当的时候去动用适当的工具。在这里，整个结构都活化了，并不是只有一小部分。”赫胥说在扫描的40秒中我的语言区活化非常强盛，但是这并不是最有趣的地方，有趣的是整个活化的形态很清楚、不零散。

我希望看到什么？在回家的地铁上，我在想这个问题。刚开始时，我以为我对文字使用的能力应该能在大脑中找到专门处理文字的模块：某一块神经元专门负责处理句子。假如大脑中有很多这样的模块的话，那么在大脑中应该可以看到处理你所擅长的事的地方。有时候的确如此，像爱因斯坦的大脑在下顶叶（inferior parietal lobes）的地方特别大，有人认为这是为什么他会有超强的空间–逻辑能力（他常在脑海中用影像解决了这个问题，但他得花几个星期把这个解决的方法写成方程式），这种能力很可以在功能性核磁共振扫描中直接看到：一个空间能力很好的人在大脑处理空间的地方会特别的活化。我想拉威尔的左额叶在他中风以前如果去做功能性核磁共振扫描的话，应该会大大地亮（活化）起来。

但是在我的情况，大脑显示出很不一样的情形（我终于发现我不是爱因斯坦）：我的大脑并没有某一个特定的模块来处理思考，赫胥看到的不是某一个特定的区域而是整个活化的形态。在工具箱中的工具并没有特别了不起，只是工具箱排列得很整齐、放得很好、要什么立刻拿得到。事实上，我唯一比一般人好的地方就是专管协调功能的区域。我的语言区域很胜任，我的海马体区也在我阅读有兴趣的文章时，立刻活化来相助，但是我的大脑地图最特殊的地方在没有活化的地方：当我专注时，那些跟手边作业无关的地方都没有亮起来，把它跟第一次我脑袋空空没什么可想的情境比起来时，那一次没有任何的形态可言，只是噪声而已。

我不知道假如我再重复一次这个实验是否会得到相同的结果，我也不知道我组织的形态（很强的额叶内侧活化跟很多不活化的区域）是否代表着大脑一般的情况，还是只有这次才如此，但是我相信功能性核磁共振的影像是有其意义的。我已经开始改变我对所认得的人的想法，就像学会阅读别人的心智状态会改变我对别人社交能力的想法一样。我认为天才是由两种大脑组合而成：一种是有专门擅长做某一件事的模块，另一种是使这些不同的模块都组织得很好。我们会认为有这种大脑的人是天才、是有智慧的，但是它们的形态有很多种，假如你知道从哪里看的话，你会看到。我们都认得有特殊能力的人：他们可以坐在钢琴前面弹出上个星期所听过的曲调，他们可以在大脑中算出不同利率所应付的利息，他们可以了解量子力学；但是我们也认得另一种的天才：他们很能干、很有效率、没有什么杂音来干扰他们的信号。

在我念高中时，父亲曾告诉我："你不是火箭学家，但是你很聪明，你有很多的才能。"我每次听了都火冒三丈（这就是说，假如我愿意，或许我可以成为火箭学家）。现在我认为他是对的，我遇到过火箭学家、太空物理学家、计算机程序专家及建筑天才，我的确没有他们所拥有的那些能力，我没有他们特定的才能，但是这次功能性核磁共振扫描使我想到或许我有别的能力，这个能力也许不像他们的能力那么耀眼，但是也没什么好羞耻的。或许我有一个组织得很好的大脑，像个组织得很好的交响乐团一样，它可能没有世界级的独奏者，但是演奏出来的声音也将就过得去。从这里看来，很可能是我老爹过去一直要告诉我的话，只是现在是不同的语言而已："我是一个普通大脑的天才，不是一个特殊模块的天才。"

这只是一个实验，但是这个仪器给了我仪器通常不会给的东西：一个有关自我的感受，以及有关很多人的感受。有一年的时间我都希望能

捕捉住我的大脑在点子出现的情境，感谢赫胥和她的仪器，我终于达成愿望了。这个结果令人心旷神怡、高兴得很，而且就连我这种门外汉都看得懂，但是这不是绝对的答案，它们只是线索而已。

从技术上来讲，这次功能性核磁共振的扫描是我漫长内在探索的终点，但是我反而觉得是一个开始。看到我的大脑产生点子反而给我一个更有趣的新点子，一个在我现在写书时仍在脑海中打转的点子，如果能去扫描那个，不是太棒了吗？

[1] 指不必打针或开刀，没有侵入身体，仅在体外作业。——译者注

[2] 核磁共振是用相减法，做某件事时的大脑血流量减去本来大脑需要的血流量，剩下来的就是特别做那件事情所需的能量，核磁共振算的是带氧血红素和脱氧血红素上的差别。——译者注

[3] 即作者在持续呼吸，当没有改变时，fMRI就显示不出来。——译者注

[4] 坊间广告说“我们只用到10%的大脑”，这句话是个错误的观念，大脑每个地方都有用，只因每个工作的需求不同而动用不同的部位。大脑是最不可能养冗员的地方，因为它只有3磅重，占人体体重的2%，却用掉人体20%的能量。——译者注

结语　敞开的心智

假如我们能够把心理学上的名词用生理学上的或是化学上的名词来替代，我们描述病情的缺点就会消失……我们可以期待生理学和化学给我们新的、想不到的信息。如此可能回答几十年来我们所问的问题，这些答案可能一举击倒所有我们过去精心架构的假设。

——弗洛伊德

所以这就是你的大脑，

你有一部分是爬虫类、

一部分是哺乳类、

一部分是灵长类以及一部分是人类。

你受到杏仁核、多巴胺、激乳素等影响，

你是非常复杂的，

复杂到不可能想象的神经回路连接，

你是一群神经元同步发射的形态和波形。

我们每个人心中对心智怎么运作都有他自己一套的想法，当然它绝对不是一个一致的想法：它随着每个人的领域或不同阶段的智慧而有所不同。我们采用艾里克森（Erik Erikson）的理论，说这个人有“认同危机”（identity crisis）；我们借用神经科学的名词说自己是“非常的右脑”；我们滥信神秘学的术语，如荣格（Carl Jung）的潜意识或占星术里的人格特质。虽然流行的心智理论大都是混杂的，但它们有一个共同

的来源：弗洛伊德。

在我们的文化中弗洛伊德对心智运作的假设几乎是无所不在的，它普遍到你很少会想到要去问它的起源出处，弗洛伊德的理论像就是一个流通已久的货币，表面的铸纹都被磨平了。当你暗示把一个不愉快的记忆压抑下去时，当你开玩笑脱口而出说溜嘴的话才是真言时，当你用叙说的方式来减轻创伤记忆对你的折磨，或当你替朋友分析梦来解释它真正的意义时，上述种种情境你都在用弗洛伊德的语言，用他所发明的心理学术语和类别。

这本书的目的在让读者知道现代的神经科学，已有新的方法让我们了解我们的心智，你并不需要有博士学位才能了解它。只要有正确的工具，正确的翻译（也就是我在前面的章节中努力想做到的）。你可以正确掌握这些信息，它可以使你更有知识、更了解你脑袋瓜里面住的那个房客。近百年来，大部分西方社会的人都假设最有效的自我了解方式是躺在沙发上、回溯我们的童年。这本书告诉你，你可以选择另外一条跟前面那条一样有效的路：躺在功能性核磁共振扫描仪中，或连接到神经生理回馈仪器上，或是读一本有关大脑科学的书。

假如你花一些时间探索这个领域，你在思索大脑如何运作时，你会从一些基础着手：有些是化学物质、有些是特定功能的区域、有些则是区域和化学物质交互作用的形态。过去几十年间，有一部分已经被研究了，如：左／右脑的功能、人脑自己分泌的类鸦片所引发的自然亢奋，以及5-羟色胺跟社会自信的关系。在未来10年里，相信会有更多研究出来。拜“9·11”事件之赐，现在杏仁核几乎变成家喻户晓的名词；在Google网站上现在有10万零3000页的激乳素信息。在我写这本书时，我在一个会议中遇到一位有名的美国政治家，这个会议跟神经科学一点关系都没有。当我告诉他我正在写一本有关大脑的书时，他看着我、一

副很懂的样子说："都在边缘系统里。"

然而假如这个新语言是要改变大众对大脑如何运作的假设（假如政客开始说这个语言）那么以前那个语言怎么样了？从前弗洛伊德那些类别到了神经科学的世纪就都作废了吗？或者它仅是一个翻译的问题——把旧的类别用新的语言来说，必要时修改一些不符合神经科学的部分？从我们对大脑内在生活的了解，弗洛伊德的理论中有哪些是值得保存的？更重要的，还有哪些是仍然值得我们学习的？

过去100年来，我们跟弗洛伊德的关系，套句他自己的话，是两极（bipolar）的。只有马克思（Karl Marx）的影响力比得上这位维也纳的医生。有50年之久，弗洛伊德的心灵模式独霸一方，他的心理分析名词变成家喻户晓的字：弗洛伊德式的语误（slip of tongue）、俄狄浦斯情结、欲望的满足、雪茄梦（单纯只是雪茄而已）。但是就如他的崛起一样快速，他的打击也由四面八方随之将至：药物学家发现锂盐（lithium）治疗躁郁症比任何谈话都有效；行为主义者希望把心理学导向科学化，远离内在精神生活的反思；女性主义者反对弗洛伊德对受害者的责怪，将受虐儿的责任加到被害人身上；新保守主义者认为潜意识的驱动力及人格分裂是可笑的事；脑科学家开始用造影仪器窥视大脑内在，但是没有发现本我、自我和超我。

经过几十年的摆荡后，我们终于回到了平衡点。我们承认许多突破是因为有弗洛伊德才有可能，也承认他的许多理论需要依神经科学的发现而更新。或许这里面最有趣的是神经心理分析运动：由一群脑科学家和心理分析师在背后策动，想探索当代对脑的了解与弗洛伊德思想之间的一致性。20年前，一般人的看法是弗洛伊德的理论跟颅相学（phrenology）一样是过时的东西，至少严肃的、同辈评核的及实证的神经科学如此认为。今天，神经科学领域中最杰出的学者如潘克塞、安

东尼奥·达马西奥和索姆斯（Mark Solms），都赞成建构一个沟通弗洛伊德神话领域和功能性核磁共振与正子断层扫描大脑地图之间的桥梁。诺贝尔奖得主、神经科学家坎德尔（Eric Kandel）在20世纪90年代后期发表了一系列广被讨论的文章，概述精神医学，尤其是心理分析，如何能跟越来越多新发现的认知神经科学连接起来。

在这个不太可能的结盟中，藏着有心灵新模式的基石，但是要了解这个模式将来会是什么模样，我们必须回到根由。下面是弗洛伊德在1917年的论文，从很多方面来说，这是他理论的精华：

这个器具中几乎所有的能量都来自内在本能的冲动，但是这些本能的冲动并没有相同的发展步调。在发展的过程中，一再发生个体本能与自我整体性的目标或需求不一致的情形，于是前者用压抑的方式从这个整体分裂、停留在低层心理发展阶段，永远不可能得到满足。假如它们像被压抑的性欲本能一样挣扎的跑了出来的话，那么那个原本会带来愉悦的事件所带给自我的却成为不愉快的罪恶感了。这个旧冲突被压抑的结果是当某一个本能努力要出现时，一个符合快乐原则的新的违规就出现以得到新的快乐。

弗洛伊德所指的器具当然就是人的心灵，虽然它有可能是火车头，因为弗洛伊德很强调提升能量，就像他所有的论文一样，文字艰涩、充满了否定的否定句及各种隐喻。在他所有的复杂句中，我认为上述的摘录倒是很清楚地表达出他的洞悉力和他所提模式的盲点（至少从现代神经科学的角度来看是如此）。当然，上面的摘录并不能代表弗洛伊德心智理论的全貌，有一部分跟他早期的著作相抵触。这是阅读弗洛伊德的问题，也是他迷人之处：他善变，在好几个关键议题上，前后不一致。上面的摘录取自《超越快乐原则》，它正是一个转折点。弗洛伊德用快乐驱动力为主轴，建构出他的心理动力学的模式，而沙场退下来的老

兵，不断地在梦里重新经历恐怖的战场，快乐原则无法解释这个行为。这就好像弗洛伊德建构了一个大家喜欢吃甜食的理论，结果发现所有的人都习惯吃海盐，所以“不愉快”才会在段落的最后出现。

弗洛伊德发展出“不愉快”概念的逻辑，可以帮助我们了解他的模式在神经科学的时代会如何解释。但是要遵循他的逻辑思考途径时，我们得仔细一点地读。

弗洛伊德开始就很强势：这个器具中充满了来自内在本能冲动的能量。这其实是大脑的模块理论，只是把达尔文的架构剥去了而已。有一群的本能在驱使有机体、提供它能量，或者更正确的说是把脚踩在油门上。当然，本能和驱动力在当时并不是新闻，尼采（Friedrich Nietzsche）在几十年前就提出了权力的意志（will to power），而叔本华（Arthur Schopenhauer）又比他更早。弗洛伊德加入他们两人的看法后新添如下：

个体的本能或一部分的本能与其他的本能所综合起来的整体自我的目标或需求不一致时，这个冲突会一再发生。

这就是弗洛伊德的“哥白尼想法”（Copernican idea，天文学家哥白尼认为太阳是宇宙的中心）——他最基本的“自己”（self）的看法——在100年后，我们还可以感受到它的震撼。在这里弗洛伊德不仅仅说我们是由本能驱动力所组成，最主要是说这些驱动力常常是彼此冲突的，因此使得有意识的自我不是一个有控制权的主体，反而成为一个杀戮战场。有一些驱动力结合成整体的自我（unity of ego），它们享有某种自由意志，使自我可以用理性或直觉的理由去控制欲望，假如它们失去了“出线的”（distinctive）驱动力，这个地位就变成自我透明的部分，所谓整体的自我。

但是弗洛伊德的突破不仅是在把自我看成混乱的竞争驱动力，他更进一步宣称那些输掉的驱动力并未因此而消失，它们还在四下徘徊、希望能败后复活。所以自我并不是各种本能驱动力的总和，它是所有冲出重围、竞争成功驱动力的总和，而那些被打败、未被选上的驱动力持续存在，即使它们隐匿到意识下操作。假如这些失败的驱动力没有消失的话，那么它们到哪里去了？

对弗洛伊德来说这是6.4万美元的问题为止。到目前为止，他的心灵模式完全符合现代神经科学所描述的大脑内在情形：有一群各自独立的模块在竞争、抢着要控制有机体，每一个模块都有它自己的胜出优势。依据当时的情况，有些模块会脱颖而出、影响当时大脑的决策部门——就如我们的欲望本能驱使我们走向一个性伴侣，或是我们的恐惧本能使我们在突发的警报时僵住。当驱动力驱使你采取行动时，你并不会觉得有一个奇怪的力量共同在操纵你的大脑，你只会觉得是你在经验性的吸引或恐惧。弗洛伊德和现代神经科学在这一点上的差别在于模块的数量和交互作用的本质。弗洛伊德认为心灵是一个战场，只有几支军队在打仗，最主要是有关性方面的军队；模块理论则是认为大脑中有几十个功能各异的模块在工作，而且是同心协力、相辅相成：辨识面孔的模块、物体名称的模块、察觉危险的模块等。性本能只是里面的一部分，并不是唯一的。

当模块中的某一个捕捉住你的注意力时，其他的模块在干什么呢？你正在跟太太聊天、谈心，你的大脑专注在她的声调、她细微的肢体动作及面部表情，突然之间，你听到背景中有风刮过公寓玻璃的呼啸声，你的杏仁核立刻启动恐惧反应，即使你太太仍然继续在说话，你的工作意识已不再充满你太太的声音，它想到你坐得离窗户多么得近，你的记忆充满了那一天风把窗户吹落的回忆。你听得见你太太，因为她还在说

话，但是你其实没在听，因为你的心思涣散开了。你阅读别人心智的模块关掉了吗？还是它仍然在工作，只是在你意识的雷达之下、未被侦测到？假如是的话，它会因为被贬到意识下面而觉得挫折吗？

弗洛伊德对这些问题的答案是压抑（repression）——不能进入整体自我的驱动力会被压抑，锁住，不让意识知道它的存在，但这会有危险的：

它们（落败的驱动力）被压抑的处理历程从整体中被分割出来，被留在心灵发展中比较低的层次，从满足的可能性中被剔除。

在弗洛伊德的模式中，满足一个驱动力会使人有快乐感。当驱动力被压抑了、不准它有创造快乐的可能性，于是它就去找别的方法来达到目的。我们可以说心理分析的主要工作在找出医生和病人的关系是什么。

假如被压抑的驱动力成功地逃了出来，就如我们看到被压抑的性冲动常常成功的出现，在挣扎的过程，经由不同的迂回途径，直接得到满足或得到替代的满足，那么这个本来会得到愉悦的事件就被自我感觉为不愉快的经验了。

压抑并不能使驱动力消失，反而制造出一种潜隐的能量，局限在潜意识中，然而时时刻刻等待机会窜出。你可以把这些驱动力想象成被压缩在很小空间中的气体，这些气体会寻找墙壁的任何裂缝、空隙散出，当它从门缝渗出来，就成为我们所说的弗洛伊德式的语误或奇怪的梦境；假如小空间中的压力太大了，它就会爆炸，变成不可控制的歇斯底里、焦虑、疯狂。

心理分析师就好像你在地下室闻到瓦斯味之后，打电话给瓦斯公

司，它派一个人来检查，他带着一堆工具来看哪里漏气了。他有很多的经验可以帮助你，当你打电话给他时你只有模糊的概念——地下室有些不对劲，他来了以后便能帮你找到漏气的地方。你压抑的驱动力想要逃出来自我实现，有的时候转化为你认不得的东西在梦中出现，或是不可控制的洗手现象，不论它如何伪装、如何潜逃，医生就在那里帮助你把它逃跑的路线画出来。

这个模拟在你往下细看到他怎么样修补漏洞时就行不通了。心理分析的模式只有谈到漏缝，把它带入意识界让你知道瓦斯在漏，假如你能了解为什么你的驱动力会变成压抑，它就不会再来烦你。弗洛伊德写道，在做心理分析之前，病人被迫一直重复这个压抑的事件，把它当作刚刚发生的新经验而不被看成属于过去的旧记忆。让病人知道这是被压抑的驱动力（欲望）就像把吸血鬼放到阳光底下，正午太阳下的吸血鬼就灰飞烟灭、再不能害人了。

所以这就是弗洛伊德模式大致的解说：一个驱动力竞争的战场，有些落败的便被推入地底下，它们在那里等待时机逃出来复仇。谈话的治疗方式是想把这些地底下的驱动力挖掘出来，以减少它们对心灵的控制力。你不需要在心理分析的领域才受这个模式所影响，今天大部分的大众心理学都是沿用这个模式，即使他们不再打着弗洛伊德的旗号，葫芦里卖的还是同样的药。

那么这个模式在现代脑科学中的地位又如何呢？弗洛伊德有些见解是很有价值的，如同100年前一样；有些看法需要用大脑生理学的观点来重新诠释，相信弗洛伊德一定也会很高兴看到他的理论能被神经科学重新解释。至于有些过于武断的比喻就可以把它们替换掉不再用。

弗洛伊德的哪些核心概念仍然有用呢？主要有二：自我的分离以及

潜意识处理历程。你是你大脑中模块的总和，但是你意识的自我只是那个系统的一部分。在大脑的执行部门底下，有一群次系统在负责编码进来的刺激、解释这些资料、得出有情绪价值的判断，将新的信息与旧的记忆连接起来，维持你身心的平衡。在任何一个时候，执行机构都主动聚焦到次系统所选择送来的刺激上。

当我在写这段文字时，我的注意力被两件事情所瓜分：去想从我大脑制造出来的字、把它具体化打进计算机，同时聆听背景音乐中熟悉的歌。我稍微感觉到我的手指在敲打键盘时的触觉，虽然到现在，我的手指找到适当的字键敲下去已变得自动化、不再需要大脑意识；我同时也隐约感到工作的情绪：阳光灿烂的早晨、原本不错的心智警觉程度因咖啡因又稍稍增高一些。这些大脑的部件，套句弗洛伊德的话，组合成我整体的自我，但是在它们下面有一连串的心智活动在运作：我的杏仁核在侦察进来的信息，确定没有危害我的刺激夹杂在里面；我的脑干在调节我的呼吸、心跳和血糖浓度。其他的模块因为是例行公事而不再被意识所注意：运动皮质区使我的指头在键盘上跳跃，我的语言能力使我在打字时几乎不必去想它是怎么拼的，这些特定功能的模块在我大脑中处理这些知识，但是我根本不用想、它自然就跑出来，即使打字和拼字都不是先天就有的技能。还有许多被我忽略的声音：马路上的车声、我皮肤上感受到的气温、我面前鲜黄色的墙壁。我的感觉皮质在处理这些外界的刺激，但是因为我集中注意在计算机屏幕和音乐，在某个层次上来说，我有看没有见，根本未曾注意到它们的存在。假如那些警报开始增加或气温突然上升，我脑内的内在警铃就会响，把恰当的感觉模块带到意识舞台的中央。

所以即使在你最专注的时刻，也就是伍尔芙所说“最尖锐”的时候，你的自我还是分离的——在你各种模块的总和中有一些升起、进入你整

体的自我，有一些退隐到幕后去工作。那个前、后台的帷幕在神经学上的真实性以及躲在它后面的那个世界，支持了弗洛伊德最受争议的说法：我们的生活受到潜意识心智活动的塑造。每一天、每一分钟的我们都受到心智计算的影响，有些计算根本不曾报告给执行机构知道。不但我们的自我是分离的，某些分离甚至没有出现在内在的雷达网上，我们根本不知道它的存在。这个潜意识在19世纪90年代弗洛伊德第一次提出时是个激进的想法，在许多方面，它在21世纪也一样令人侧目。几十年的实验研究支持了这个原则，你可以从许多地方看到这个次系统运作：吸毒时、打坐时、做一些特别设计分离出心智模块的实验时，或者你可以遵循弗洛伊德所走的路：你可以仔细观察。

当然，潜意识并不像弗洛伊德所描述的那样，它并没有被文明社会所压抑沸腾的乱伦幻想（弗洛伊德对乱伦的说法是错误的，禁止与血亲睡觉的是DNA而不是文化）。事实上，大部分时候潜意识所关心的不是弗洛伊德所说的那些。潜意识的另一个字是“自动化”（automated）——你做得太熟悉以至于根本不觉得你在做它。就像你要换挡时，你会踩离合器；或是在弹钢琴的音阶时将中指越过大拇指去弹最后三个音[1]。我们并没有感觉到自己做这些决策，这不是因为它们威胁到我们已受文化陶冶的自我或是它们太容易引起争论，心灵不能直接去处理它；我们觉识不到它们是因为我们还有别的更要紧的事得去想。对大脑来说，把一些一直要做的变成自动化处理历程，比较符合经济的原则、比较有效率。一些重要的功能，如不要停止呼吸、当一个对象从头上掉下来快速变大时要赶快退缩，最后这些都经由进化编码到我们的基因上了；但是我们还是要通过练习去学会一些每天要做的例行公事如绑鞋带、打字、挥网球拍等。

记忆研究者叫这些潜意识的处理历程“程序性记忆”（procedural

memory），相对于“陈述性记忆”（declarative memory）。程序性记忆例如骑脚踏车；陈述性记忆例如回忆你在七年级时从脚踏车上摔下来跌断手腕。简单的程序性记忆对心理分析师来说显然没什么意思，假如你每次换挡都不必有意识地去想该怎么换固然很好，但是这种自动化的行为不能透露你内在深层的人格。但是如坎德尔所说的，有一些程序性记忆带有很多情绪的成分：你的大脑开始替你执行复杂的情境评估而不再只是记住重复的作业；你的杏仁核编码了“9·11”时的晴空，几个月以后，你看到同样晴朗的天空时，杏仁核会对你送出警告；当你的心智阅读部件捕捉到某人眼神中不可信任的闪烁目光时，虽然你不知道是哪一条小肌肉抽动传递出这个人不可靠的信息，更不知道为什么一个眼睛抽动会告诉你这个人的话不可信，但是你还是有这个感觉。程序性记忆并不是说这个程序有什么价值判断，而是判断并不需要意识的辩论。你会知道这些心智计算的结果：我今天心神不宁；我不信任这个人，但是内在的理由是躲在帷幕后面的。

这些情绪的信号可以合理地被解释为潜意识的驱动力：在没有明显理由之下，驱使去做某件事情的动力。但是它们在潜意识里是因为它们被压抑的缘故吗？这里是弗洛伊德模式开始行不通的地方。你可以去设想弗洛伊德对于退伍军人创伤后应激障碍的病例要怎样来自圆其说，不过在这之前，你必须先接受两个先决条件。

第一，驱动心灵的驱动力不一定是在寻找性的满足。从达尔文的理论来看，性是重要的，假如你没办法交配，你的基因就传不下去；但是假如你在未成年之前就死了，你的基因仍旧传不下去。所以我们大脑进化出来的系统是奖励我们有性行为，但是同时也促使我们朝另一个方向：趋向友谊和家庭的依附、远离危险的威胁。大脑如何使我们远离危险呢？它使那些事物在大脑中产生不愉快的感觉，如压力、焦虑、恐

惧。

第二，驱动力与进来的刺激和储存的记忆有它自己自主的关系，与我们一般有意识的记忆是分开的。例如杏仁核通往脑干的近路及它对创伤事件的片段画面重复出现，以及激乳素对某些熟悉面孔所引发的快乐和满足的温暖感觉。当杏仁核记住多年前车祸的片段细节时，并不是因为这个细节被压抑、被外放出走，而是你的杏仁核要保护你免于威胁，有一个方法便是每一次你经验危险时便尽量的编码细节。你的杏仁核记住这些细节并不是它对你来说太过创伤、使你不能忍受，记住细节是因为在某些场合你的杏仁核的记忆比你的好。

把这两个想法放在一起，你的大脑有的时候用释放出不愉快的感觉来保护你，这个反应本身有时会被你意识记忆已忘掉的记忆所激发，这个对你为何会迫使你的大脑一再回到创伤现场的解释，比弗洛伊德的版本简单得多。它不是被压抑的欲望短路了，它也不是自杀的幻想，它是你的大脑想要保护你。假如没有“9·11”那天晴朗的天气我也不会有晴天恐惧症，但是这个恐惧症并不是我的大脑功能失常的征兆——把一个跟晴天有关的黑暗幻想压抑下去；相反的，我的杏仁核非常正常，它不是压抑的检查站，它更像哨兵，为我的执行部门正常运作保持警戒。

这些情绪的程序性记忆并不符合弗洛伊德压抑的模式，但是它们在治疗上还是扮演重要的角色。坎德尔根据心理学家斯特恩（Daniel Stern）的研究，认为治疗主要的目的在用新的、强化了的程序性记忆来取代旧的、有伤害力的本能反应——恐惧症、情绪的疏隔——换成比较正向的程序性记忆。就创伤的例子，你可以训练你的杏仁核不要一看到蛇或暴风雨要来时就触发警铃。你对程序性记忆没有直接、有意识的控制并不代表它们被压抑了，它们只是被自动化了而已。

假如你认为大脑唯一的目标就是尽量有性行为、尽量跟所有的人交配（包括你的母亲），那么你需要一个压抑的理论。假如这是你的模式的话，你必须解释为什么人们花很多时间“不”去性交，这是压抑切入的地方——使这个欲望无法满足。但是假如你认为大脑充满了很多其他不同的天生的驱动力——友谊、社会地位、安全感、艺术的美、新奇感以及对乱伦的唾弃——你就不需要压抑模式。人们为什么不把大部分的时间花在性交上，主要是因为他们有很多其他的需求要满足。这里是弗洛伊德低估了自我分离的地方。自我并不是被两个主人所争夺，相反，它是贯穿两个竞争的驱动力——超我和本我。现代的神经科学把这两个权力斗争复杂到几乎辨认不出，即使神经最正常的人大脑中都有无数的声音在竞争你对它的注意力，我们能够顺利完成一些事可以说是奇迹。

我们大脑中这些小精灵（pandemonium）[2]使我们回到前面有关被压抑欲望的问题。那些没有被听见的声音怎么样了？它会像弗洛伊德说的那样阴魂不散吗？这里是弗洛伊德隐喻误导他的地方。假如你把大脑想成一个蒸汽机，里面充满了能量、急着找缝隙释放的话，那么被压抑的驱动力要不然就是在大脑的某处，要不然就是已经逃跑出去了。这是心智的热力学第一运动定律：节约心智能量。

但是假如你用另外一个比喻的话一切都改观了：大脑是一个达尔文的生态系统。这个比喻是神经科学家埃德尔曼（Gerald Edelman）提出的，他在20世纪70年代初期因为对免疫系统的研究得到诺贝尔奖，后来他研究的兴趣转向大脑。埃德尔曼认为大脑和免疫系统的内在机制都是缩小版的后天选择，你可以把大脑中的模块想象成竞争珍贵资源的动物族群，有的时候它们竞争要来控制有机体，有的时候它们竞争的是你的注意力，它们努力把信息传给另一组的神经元，包括形成你意识自我的那些神经元。

请想象走在拥挤的市区街道上，当人们走过你身旁时，你的脸型辨识模块在快速的工作，寻找跟大脑里储存相符的面孔：朋友的或名人的。你的嗅觉中心报告你方才走过的面包店有刚出炉面包的香味，这个香味会使你的饥饿中心活化起来。身后突然传来的大卡车喇叭声会使你的杏仁核立刻跳起来，送出一个警讯，赶快检查有无任何地方出错了。当你在走路时，你的大脑其实是充满了各式各样的内在的声音，彼此在竞争你的注意力；在任何一个时刻，有几个被选中，大部分被忽略。卡车的喇叭可能引起一个小小的退缩，有一秒钟你以为看到你大学同学走过去，但是你也可能沉思心事，以至于走过面包店而浑然不觉面包的香味或胃在咕噜咕噜地叫。

在这个心灵的生态系统中，就如真实世界一般，会有失败。这是好消息，你希望你大脑中所有的模块都尽力说服你的执行部门注意它；你要你的血糖被监控，你的记忆有在作用，但是你希望大部分的这些说服力失败，因为这样你才可以专注到重要的议题上面，也就是最有说服力的那一个声音。在弗洛伊德的蒸汽机中，一个被压抑的驱动力迟早会找到方式得到满足，即使在这过程中要伤害到个体也在所不惜。失败的尝试对弗洛伊德而言，不是个选项，但是在达尔文的模式，失败是成功的征兆。

假如潜意识驱动力可以在不造成任何伤害的情况下消失的话，假如它们不需要找别的替代的路来表现自己的话，为什么梦还会充满了情绪的象征？

事实上，弗洛伊德对梦的看法到现在仍有其价值，虽然你还是得修正一下他的话才行。你的梦、偶然出现的念头或是不小心说错的话，有时候跟情绪记忆或欲望有关联，因为它不是特意发生的，所以才值得探讨。这些不是因为潜意识的需求要伪装或用密码沟通来躲避超我的侦察

和禁止，它们的出现是因为大脑是个联结的网络——思想和念头其实是你大脑中的神经回路同步发射所产生的。同步发射的神经回路会形成联结，雪茄还是雪茄，但是它的形状会激发一些低层次的对象形状辨识神经元，这些神经元跟看到阴茎时所活化的神经元有重叠的部分，所以，有的时候看到雪茄会想起阴茎或看到阴茎会想到雪茄。假如我们大脑不是这样联结的话，我们就无法产生诗歌或其他抽象的学习了。

这些联结并不是你的潜意识在用密码说话，这其实是自由联想；它所显露出来的不是某些聪明的密码学家传信息到前线不给敌人知道，它们其实是回音、重复振动。一组神经元发射了，其他神经元加入这个合唱。

那么为什么我们的自由联想都朝向充满了情绪的主题呢？这个答案现在应该很清楚了。我们的情绪和我们的记忆是紧密联结在一起的，有强烈情绪的记忆容易被回忆出来，情绪影响我们的感觉，它同时也影响我们的回忆。整体来说，我们比较容易记住有情绪的记忆（相较于中性情绪的记忆），因此，它就会使得在自由联想时，倾向于比较有情绪的思想——有关性高潮的或挫折的、恐惧的、社交友谊的、亲子的爱和亲子焦虑的念头就容易跑出来了。

这就带我们进入治疗的主题了。当我们重新再次经历这些充满情绪的回忆时，它真的会松开这个记忆扣住我们咽喉的手吗？它真的会像弗洛伊德说的那样：把它带到阳光下、认真面对以后，它就不会再来纠缠你了吗？这问题的答案跟我们的情绪是否会被这些记忆再激发起来有关。假如当你想起过去的事，情绪像潮水一般将你淹没，假如你感到恐惧在你体内膨胀，假如你感到不可控制的悲哀，那么回忆过去的事只会增加这个情绪负担而已。即使你学到了为什么这个事件的情绪这么激烈，因为大脑的情绪和记忆系统是紧密纠结在一起的，重新想它只会使

记忆与情绪缠绕得更强烈而已。对于创伤的回忆，你最好忘记，让它慢慢地淡出你的心田。

但是对于那些忘不掉的怎么办？有些是它一直回到我们的思绪，有的是我们每天生活都要看到它，就像我家窗户被吹落进来的记忆。这时，谈话治疗法就有帮助了。脑科学的研究显示你可以在大脑中创造另外一个事件，这个事件不会再带给你不愉快的情绪反应，也就是说，你可以重新设定大脑的神经回路，使它的活化不再带给你情绪的刺激。例如我们前面提到的声音和电击的行为主义实验。假如你听到某个声音，然后受到一个电击，那么你会发展出对这个声音的恐惧。同样，假如你听到风声，然后窗户就掉落下来，下次当听到风声时你就会开始焦虑。要摆脱这个联结最好的方式是形成新的联结。每一次我听到起风的声音，我还是会感到紧张，但是我的焦虑程度慢慢减轻了，因为在过去的几年内，我已经听过好几百次刮风的声音，但是窗户都没被吹落下来。慢慢的，这个风声在我大脑中就与安全联结起来了。同样的，当你躺在治疗师的沙发上、重新建构创伤的事件而没有伤害发生时，你慢慢就形成了新的神经回路（科学家对旧联结的消失有个很好听的达尔文理论的名词“灭绝”，extinction）。在治疗室中，你童年的创伤慢慢跟治疗室中轻松的姿势、愉悦的室内装潢、舒服的感觉联结起来了。这并不是说了解你的焦虑来源会帮助你，而是重新经历创伤却没有负面的事情发生，于是新的联结形成同时也减弱了原来的情绪反应。我们回到了重新固化（re-consolidation）：当我们重温一个记忆时，我们在这个过程中形成新的记忆、有了新的联结。所有我们的过去都被现在所改变，记忆是个重新建构的历程。

此外，凡是应用到负面情绪的原则也可以应用到正向情绪。假如你想要减轻创伤记忆的力量，不要一直去回忆它，你要在回忆的过程中形

成新的联结。假如你老是在活化情绪的反应，就像在挖个洞一样，自然就会越挖越深。正向的情绪如事业成功、亲密性行为、社会联结也是一样，当然，我们一般会希望正向记忆越长越好。

假如你出了车祸，那么在往后的几个星期里，你会避免回到车祸现场，以免又再激发“战或逃”的反应；但是假如你赢了一个大奖，或是跟朋友聊得很开心，或终于发表一本写了几年的小说，而这些事使你非常快乐的话，你要花时间去慢慢回味这个经验，提醒自己它所带给你的感受。这样做时，你在大脑创造了一条回馈的神经回路，你增加这个记忆的情绪分量，使它以后更容易被想起来而影响你往后的思想和行动。

一般大众对于过度成就者有个刻板的印象，就是这种人永远不会满足于他最新的成就、永远要去追寻下一个成功。不过我相信大部分成功的人真的都很喜欢他的成功，他们寻求更多主要是因为他们喜欢成功的滋味。假如是好消息，你要慢慢地享受它、回味它。

我们保留了弗洛伊德理论的核心：分离的自我和潜意识，但是他的隐喻改变了：大脑比较像达尔文所说的而比较不像瓦特（James Watt）的主张，也就是说它比较像是生态系统而不是蒸汽机。我们的潜意识思想并没有受到检查而被压抑，许多被激发出的不愉快感觉，其实是心智正常运作的表现而不是它的功能不良。大脑是在做自由联想而不是用密码在说话，虽然自由联想的结果常是引起充满情绪的回忆。至于这些充满情绪的回忆，大脑要做的不只是了解它的来源好把它甩掉，大脑更需要的是形成新的情绪联结。

假如这是弗洛伊德新的比喻，它们的名字应该叫什么？弗洛伊德把“我”拆成了三个层次：本我、自我和超我（大略等于潜意识、意识和前意识），假如我们想把弗洛伊德的脚本改编成符合神经学的话，谁应

该作主角？

跟弗洛伊德最接近的大众心理学说法是左、右脑的说法，我们的脑虽然有左、右半球，但外面的说法很多是不正确的，不应该站在舞台中央的位置。我们的确有左、右脑之分，语言也的确在左脑[3]；但是大脑功能有很多重复（redundancy）的地方，两个脑半球分享许多共同的功能，更不用说胼胝体联结两个脑半球，使两边有非常快速的交流。两个脑半球可以看成自我的两个层面：一边是比较有语言能力，另一边则比较有空间逻辑。

神经结构上最接近弗洛伊德的本我／自我／超我的是大脑的“三位一体”（triune brain），半个世纪前麦克林（Paul Maclean）所提出的。麦克林对大脑的看法是既进化又地形学的。弗洛伊德自己在《文明与缺憾》（Civilization and Its Discontents）一书中曾说过我们的大脑好像考古学家的挖掘现场，挖得越深，显露出来的文化遗迹就越古老，因为同一遗址上有很多不同时代的文明遗迹一层层重叠上去，因此挖到最深层时就看到了爬行动物的脑——也就是控制我们身体基本新陈代谢功能如呼吸、心跳的脑干。脑干负责原始的本能和重复的行为，它没有办法处理复杂的情绪或类似思想的念头。

第二层是古哺乳类脑（paleo-mammalian brain），比较为人所知的名称是边缘系统。这里是情绪和记忆的中心，主要成员为杏仁核、海马体及下视丘，我们主要的情绪、爱、恐惧、悲哀和快乐都从这里出来，与情绪有关的记忆储存在杏仁核或海马体。我们的边缘系统跟其他哺乳类很相似，这是为什么我们可以和其他的哺乳类如狗或马一样形成强有力的社会联结，更不用说我们的近亲黑猩猩了。人们常养狗和猫作宠物，却很少养蜥蜴或蛇，因为前者有比较多的情绪变化，当我们感受到其他哺乳类的复杂情绪时，我们也正察觉到它们的边缘系统在大脑里

工作。

在脑干和边缘系统上面的是新皮质，两片薄薄的新皮质覆盖在大脑的表面，好像安全帽里面薄薄的海绵衬垫，这是人类最特殊的大脑结构。只有我们的灵长类近亲才有类似的大小，老鼠和其他哺乳类的脑虽然很小，但是仍然有皮质。当我们因为长期的利益而改变眼前的行为、当我们用很复杂的句子沟通、当我们在做抽象思考时，我们都在用我们的新皮质。

麦克林的模式在过去的50年颇受好评。进化是认为动物的大脑是从脑干进化到新皮质，就像动物是从爬行动物演化到哺乳动物、灵长动物。在三合一的脑中，边缘系统最有争议。有些科学家同意它的功能，但是不认为它是一个合理、合逻辑的系统。当然新皮质的理性和边缘系统的感情判断有很多交互作用的地方，就如安东尼奥·达马西奥所示：情绪中心受伤的病人通常无法做出理性的决策，因为我们的情绪中心抢先提供快速、直觉的反应给前脑，如果没有它快速地评估情境，纯理性的大脑要花好几个小时才能做完评估。记忆也使边缘系统模式复杂化，因为记忆对情绪及理性处理历程都非常重要。的确，第一个对边缘系统挑战的研究就来自海马体受损的病人，因为海马体受损使他无法形成长期记忆，所以他明显的有认知上的问题。

就像所有复杂的考古挖掘地一样，麦克林的大脑地图也有值得争议的地方。假如大脑是像三个不同的城堆积在同一个地方，那么有些房子很可能被前面两个朝代的人住过，前朝的古物与当朝的文物就很难划清界线了。但是从脑干进化到边缘系统到新皮质——如美国生物学家威尔逊（Edward O.Wilson）所说的，从心跳（heartbeat）到心弦（heartstrings）到不上心（heartless）——倒是一个很正确评估心智的层次，至少比过去的本我、自我、超我要好。

在这个新的大脑图中有一些重要的组织，我们在前面已经提过了：杏仁核、海马体、前额叶的“总裁脑”，但是情绪的分子生物学成分也跟大脑组织一样的重要：激乳素、可的松、5-羟色胺等。这些化学物质建构出粗略的大脑价值系统。从某一方面来讲，它和弗洛伊德的心智中的能量很相似。假如我们要用现代脑科学的名词来重新诠释弗洛伊德的话，我们必须要了解上述那些化学物质及它们的作用。5-羟色胺跟“拒绝–不敏感”和社交自信有关，多巴胺和探索驱动力、即使不能带来愉悦也要去追寻有关，可的松跟紧张有关，内啡肽跟极乐有关，激乳素跟情绪联结有关，肾上腺素跟暴增的精力有关。这些都是你大脑中的药物，你的大脑靠着它们来使你去做某件事或避开某些东西。

我们很幸运都有正常的大脑化学物质，但是问题还是在那里：哪种化学物质在什么时候被分泌出来？我们的人格源自这些化学物质的分泌形态。我之所以成为我，有一个原因是我的大脑在我讲笑话、别人大笑时，会释放出肾上腺素；而天气晴朗时我的可的松会增高；当我站在摇篮旁边望着我儿子睡觉时，我的内啡肽会出来。不管大脑的回路是因为基因所设定，或是我生活的经验，或是两者的混合都没关系，与你有关的是进来的刺激与它们所激发出来的神经回路活化形态：你的大脑从外界的刺激中，接收到某些感官数据的形态，这个形态激发了你大脑中的神经化学反应。

21世纪的弗洛伊德和初始的弗洛伊德最大的差别在于前者是形态辨认而后者是密码破解。这两种取向其实可以兼容并存，毕竟你需要形态辨认的工具才能译码，但是破解密码还需要把被破解的码翻译成原来的信息。其实我大脑中的形态并没有包藏任何秘密的意义可让分析师去挖掘；我大脑中的形态并未象征什么，也不是密码。我对刮大风的恐惧并不是来自我童年被压抑的焦虑，而是我的杏仁核在六月刮大风的那个下

午、碎玻璃纷飞时所烙印的形态。事实上，这里有两个形态——刚开始时的连锁事件以及后来的感官神经生物化学连锁（听到风声，激发恐惧反应），因为它们在我脑海中重复了那么多次，所以这个连锁变得牢不可破。了解我大脑内在的工作方式有助于我看到形态，但是看到形态并不表示发现深藏在底下的意义。

看得懂这些形态并无法使形态所激发的感觉消失，不过如果你了解大脑内在化学物质的作用，你就可以校正它们所带给你的偏见。所以当你坐下来算你支票本的账且收支是否平衡时，你觉得5-羟色胺涌出，你学会去了解这时你比较容易认为杯子是半满（比较乐观），就像你去会计师那儿你的可的松会升高，你会想把你的头塞进去烤箱里。这两个观点都不是对外面真实世界的评估，但是你在当时的情况下，都不可能排除这些感受，不论你是用意志力或解开秘密的信息。你可以做的是了解它是大脑释放出来化学物质的关系，假如你的反应在当时的情境不太恰当，你可以补救，因为你知道为什么你会有这样的行为出现。

所以这就是你的大脑，你有一部分是爬行类、一部分是哺乳类、一部分是灵长类以及一部分是人类。你受到杏仁核、多巴胺、激乳素等影响，你是非常复杂的，复杂到不可能想象的神经回路连接，你是一群神经元同步发射的形态和波形。

当我对人们谈到心智的这种看法时，那些原本并不了解大脑科学最新发展的人都显得很有兴趣，他们频频点头、似乎立刻就了解到我在说什么。但是有少数人有不同的反应，你可以看到他们稍微有点退缩，因为我谈到了大脑的次系统。

弗洛伊德的模式非常符合他早期的听众的期待，在他写《超越快乐原则》时，弗洛伊德写了一篇很短、神秘的小文章叫“不可思议的神

奇”（The Uncanny），这篇文章谈的是“快乐原则之外”的一些想法，如重复的强迫性行为，死亡的渴望，他问我们为什么会因为奇怪的巧合与迷信而觉得恐惧。当我们发现某件事很奇怪、不可思议，例如同样的数字在一天之内出现在好几个不同的情境中，或发现自己在照镜子，却有一两秒的时间不知道你自己是谁，这些感觉是从哪里来的？在他的论文中，弗洛伊德写道：“我如果听到人家说心理分析是不可思议的事我并不会很惊讶，因为它本来就是关于赤裸裸躲在后面的力量。在我花了很长的时间成功地治疗好一个女孩之后，我自己亲耳听到这个女孩子的母亲说心理分析具有不可思议的神奇，这个女孩半身不遂了很多年，我把她治好了。”

我想在这个不可思议的神奇中有一些道理。事实上，我曾经亲身尝试。我怀疑我在走路时，大脑有两个心智模式在我的意识界：一个是直觉、整合的自我，另一个是模块的神经元大脑。现在我可以很容易的在这两种心像之间切换。偶尔，我可以在脑海中同时看到这两个心像：我是我，我同时也是一大堆神经元。这就是当我觉得不可思议的时候，这是一个很诚实的感觉，心智感觉到本质上的矛盾——你同时是你又是一大堆的神经元。

对这个现象还有另一种解释，不过我比较不喜欢，那就是心灵的空白（soul-depleting）。诗人和哲学家本来应该告诉我们心智生活是什么，它不应该是由功能性核磁共振仪来解读。假如我们把自己当作一个行走的神经网络，就是把一个很神奇的东西化约成一个粗糙的机械。

我认为这是错误的，当中有两个理由。第一，在现代脑科学中有很多不可思议的仪器和技术，能够去窥视你的大脑，看到里面血液流动、电流活动，看到你思想的神经元层次，这跟魔术没有两样。而且自然界中没有什么比人类大脑能够从一堆相互竞争的神经系统中创造出一个整

体的自我更神奇的事了。你对大脑了解得越多，你越觉得这是一个神奇的东西，你无法想象从一堆相互连接的神经元和它们发射的形态中得出了独一无二的你的心智。每个人的大脑都是同样的结构，如今我们可以去探索这个结构，这是一件很令人兴奋的事，当然我们同时可以去探索灵长类和爬行类跟我们有一些相同的脑。但是这个脑有一部分是进化出来编码我们的个别差异的，它把我们的个别差异放大投射到世界中，让世界烙有我们的特性。

当我看着我儿子睡觉时，我脑中的类鸦片被释放出来使我觉得很满足，这个经验很令人惊奇的地方是它跟哺乳类过去的历史及进化出养育孩子的方式有关，这是抚育本能（tending instinct）。但是另一个很令人惊奇的地方是神经发射形态的精准，我的视觉皮质跟婴儿脸部柔和的线条有对应的形态，假如你知道大脑的化学，那么这时候它就把你们两个连接上了：你的大脑创造出一个你孩子的影像，把它连到感觉的进化历史上，这个历史是你所有的祖先跟他们父母之间的情感。从这一点来看生命，假如这不是伟大，那么伟大就没有意义。就在黑暗的摇篮旁边，知道爱从哪里来丝毫不会减少我对儿子的爱。

对去神秘化论点的第二个反对意见是有关化约论。很多人抱怨科学或生物学解释人类行为是把人类的复杂行为化约成生物的部件，他们说在化约的过程中，重点消失了：彩虹变成反射出来的光，大脑变成装相互竞争模块的盒子。当然，任何人只要曾经花点时间读过大脑的科学文献，就知道目前大脑功能的模式非常的复杂，绝对不是粗糙地把它简化了事。它比弗洛伊德的心智理论复杂许多，甚至比莎士比亚或亚里士多德的都复杂。一个人真正的大脑当然要比任何理论能够描述得更复杂，因此在建构模式时有必要化约步骤，但是任何一个尝试要解释心智行为的模式都必须这样做，不论这个解释是以14行诗的方式、哲学论文的方

式或是同辈评核然后登在《新英格兰医学期刊》（New England Journal of Medicine）上，它们都把心智行为化约了来看。

从某一方面来看，有关“化约论”的辩论其实与“生物决定论”的批评很相近，都是有关进化心理学和先天——后天的区分。有些人认为任何用科学的工具去研究心智是侵犯了人文（humanities）的领域，穿白衣的实验者在渗透诗人、历史学家和社会学家的地盘——因为人的心智创造了文化，所以应该由人文的创作者而不是科学家来探索心智的内在。但是这种批评只有在当科学家要想把文化的解释剔除时才成立。

然而科学家并未如此，科学家所提出来的，也就是这本书想帮忙沟通的，是这两个领域的桥梁：生物与社会、先天与后天、科学与人文。我们回到亨利·詹姆斯，用他分辨性的眼光来看。詹姆斯和其他古典小说家让我们看到我们行为的模式，大脑科学也是一样，它可以透过生物反馈机器或脑造影技术专门探讨你大脑中某一些的神经安排方式，或是教你如何聆听你的内在活动来发现某些化学物质的释放或认知模块的运作。了解大脑的生物运作方式可以让文明的成就更高，因为文明是人脑发明的；它也可使社会变得更好，因为我们的心智模块对政治很重要，我们的信任、社会关系、压力和焦虑，把生物的看法纳入人类社会的讨论并没有剥夺其他的解释功能。像威尔森的看法就不是生物决定论，而是从生物的观点将不同层次的经验连接起来，每一层次的经验都有它自己独特的词汇和专门的技术，但是每一个又跟这个连锁的上、下游都有关。匹克（Steven Pinker）把这个现象说得很好：

好的化约论（又称为阶层性化约论）并不是把某一个领域的知识用另一个领域的来取代它，相反的，它是将它们连接起来或整合起来。一个领域的基本原则被另一个领域用放大镜（原文为显微镜）来检视，于是黑盒子就被打开了，所承诺的话被兑现了。一个地理学家可能解释为

什么非洲的海岸线跟美洲的相吻合，因为它们原先是连在一起的，但是坐落在不同的板块上，板块分离了，两个大陆也就分离了。至于板块为什么会分离这个问题便交给了地质学家，他们解释地底的岩浆冲上来将它们推开。至于岩浆为什么会这么热，这就要物理学家来解释地心和地表的反应。上述各个不同领域的科学家缺一不可，每一个都是不可省略的。如果只有地理学家，他必须用魔术来解释这两块大陆为什么会分开；而只有物理学家则没有办法预测南美洲的形状。

这种融会贯通的作法并不是说写自传的作家，要从这个人的多细胞有机体开始谈起，或是解释印象派的兴起要从光的物理来谈。假如是这样的话，每一本书都得从大爆炸（Big Bang）、宇宙肇始讲起，因为生命有限，所以你永远也达不到你想要的。传统的叙事法对只解释一个层次的事件非常有效，书店和图书馆内充满这类的好书，但是这种叙事的方式只是故事的一部分而已。没有什么证据说一个社会中的自我不能用融通的方式来了解：神经科学家解释大脑中电化学网络的功能；进化心理学家解释为什么这些网络会产生本能或“准备好的学习”（prepared learning）[4]；社会学家解释这些神经网络聚在一起后在人的心智中会产生什么样的效应；政治学家及道德领袖探索建构社会最好的方法以符合社会整体和个人的需求；历史学家告诉我们在历史的巨轮下有多少的文明被蹍过。

在这个连锁中加入一些生物的知识并不会改变它原有的历程，它并不会把我们变成神经元或DNA的奴隶，事实上，它的加入可能使得文化系统更有效率，因为它指出有用的道路去探索，或指出行不通的死巷。我们越了解本性（先天），我们越能改进自己（后天）。[5]

大脑是人类文明的开始，所以文明是大脑生物学的分枝，就像爬藤所开的花，这些花比支持它的系统还漂亮，不过它们仍然受到这个系统

的规范。要捕捉我们生命的精髓，我们必须超越花朵、诗人、哲学家和亨利·詹姆斯的小说，一直到大脑的层次来看生命究竟是什么。这个可能性可以说是我们这个世代最大的奇迹。现在心智已经敞开在我们面前，这是过去所有诗人、哲学家所不敢梦想的，门既然已经开了，何不进去看一看呢？

[1]　钢琴的音阶为八度，但我们只有五根手指头，因此左手弹琴时最后三个音必须由中指越过大拇指的位置继续弹下去，不过右手却是先弹三个音，之后大拇指越过中指再弹后五个音。——译者注

[2]　早期心理学家受到信息处理历程理论的影响，假设我们大脑中有许多的小精灵，每个精灵专司不同的职责，当外界的信息进来时，与它们职责有关的精灵就会兴奋起来，大声喊叫，最上面的精灵收集他所听到的声音，我们便知道看到的是什么了。这是一个比喻，这些小精灵后来变成模块理论的前身。——译者注

[3]　就大多数的右利手来说是如此，但是自然界有通则就一定有例外，在文献上有好几个错位失语症“cross aphasia”——右利手但语言中心在右脑。人不因语言中心在脑的哪一边而有功能上的差别。——译者注

[4]　动物并非什么动作都可以学，适合它本性的就学得快，如鸽子喜欢用喙去啄东西，因此训练鸽子去啄不同颜色的键会很快，学习的发生也是要适合它的本性。——译者注

[5]　《天性与教养》（Nature via Nurture）一书谈的正是先天与后天是个交互作用，过去2000年来错设命题，使我们将两者对立起来研究。在经过科学家、哲学家反复的辩证后，最后的结论是两者交互作用而产生人的智慧与人格，它的证据来自脑科学研究，尤其脑造影技术的精进使我们看到先天结构决定后天，但是同时后天影响先天神经回路的连接；读者亦可参见威尔森的《知识大融通》（Consilience）一书。——译者注

注释

前　言

1. "The idea for this book": A word about the title. There is a widely recognized distinction in the brain sciences and in psychology between "mind" and "brain." The former refers to the experiences we have direct access to—drives, sensations, fears, memories—while the brain is everything behind the curtain: neurons and neurotransmitters and synapses. One way of thinking about the relationship between the two—using language from my last book—is to consider the mind an emergent property of the brain: a whole that is somehow greater than the sum of its parts. The connection between the two levels continues to have much mystery to it, but a number of solid bridges have been built in recent years, whether we're talking about fear, or memory, or attention, or even love. I've tried to keep this story to the most solid structures, though I've also included more speculative research where it seemed appropriate. I haven't hesitated to move from the level of mind to the level of brain and then back again—in a way, the whole point of the book is that this sort of level-jumping has great potential for personal insight. So the title is not intended to suggest a focus on mind over brain, but rather an opening up of the mind that lets us see the brain's activity in new light.
3. "feeling of mirth": Kurzweil, 149.
4. "brains are like fingerprints": "Monkeys trained to use a certain finger to solve a behavioral task gradually exhibit larger areas of cortical representation for that finger. This may also help explain how an aspiring pianist gradually becomes a skilled artist, and it has been shown that right-

handed guitarists have richer cortical representations of that hand within their left hemispheres. But such plasticity does not tell us why, across different individuals and species, the representations of fingers are found in essentially the same relative locations within their brains—a brain area that in humans is situated just beneath the temples near the tip of the ears. The rest of the body is also represented systematically (and upside down, with one's rear pointing up and the head down, as if one were getting a spanking) on nearby tissue of the precentral and postcentral gyri. The cortical areas for bodily representations are encoded, in some presently unknown way, within the same genes of all mammals." Panksepp, 16.

6. "more like an orchestra": The metaphor is borrowed from Jim Robbins's excellent book on the history of the neurofeedback movement, *A Symphony in the Brain.*
6. "neurochemical release": "The collection of neural patterns which constitute the substrate of a feeling arise in two classes of biological changes: changes related to body state and changes related to cognitive state. The changes related to body state can be achieved by two mechanisms. One mechanism involves what I call the 'body loop.' It uses both humoral signals (chemical messages conveyed via the bloodstream) and neural signals (electrochemical messages conveyed via nerve pathways). As a result of both types of signals, the body landscape changes and is subsequently represented in somatosensory structures of the central nervous system, from the brain stem on up. . . . The changes related to cognitive state are generated when the process of emotion leads to the secretion of certain chemical substances in nuclei of the basal forebrain, hypothalamus, and brain stem, and to the subsequent delivery of those substances to several other brain regions. When these nuclei release neuromodulators in the cerebral cortex, thalamus, and basal ganglia, they cause a host of significant alterations of brain function." Damasio, 1998, 281.
6. "specific regions": " . . . the brain induces emotions from a remarkably small number of brain sites. Most of them are located below the cerebral cortex and are known as subcortical. The main subcortical sites are in the brain-stem region, hypothalamus, and basal forebrain. One example is the region known as the periaqueductal gray (PAG), which is a major coordinator of emotional responses. The PAG acts via motor nuclei of the reticular formation and via the nuclei of cranial nerves, such as the nuclei of the vagus nerve. Another important subcortical site is the amygdala. The induction sites in the cerebral cortex, the cortical sites,

include sectors of the anterior cingulate region and of the ventromedial prefrontal region." Damasio, 1998, 60–62.

6. "the emotion you feel": One of the overarching narratives silently guiding this book is the explosion of interest in the neuroscience of emotion—sometimes called "affective neuroscience," as in the science of affect. I explore other topics in the book, of course, but without real research into emotion, the idea of brain science helping you understand *yourself* wouldn't ring true (unless you were Mr. Spock). I think of my argument here as a kind of celebration of science's new inquiry into the emotional brain. The work of Joseph LeDoux, Antonio Damasio, and Jaak Panksepp has been especially instructive to me.
8. "one called 'cortisol' ": "Cortisol levels (the amount of hormone in the blood) are high in many acutely depressed adults. Autopsies often show the adrenal gland to be enlarged in adults who have died by suicide. The gland is also enlarged, according to imaging studies, in about a third of depressed patients. Put briefly, elevated, nonsuppressible cortisol levels can be a marker of depression. Elevated cortisol may even account for certain symptoms of depression. The adrenals are far from the brain, and most of what interests researchers is not so much cortisol produced by the adrenals as the substances in the brain that stimulate the adrenals. There is a cascade of such hormones; one brain center stimulates another, and so on down the line until a hormone is released that causes the adrenals to produce and release cortisol. At the top of the cascade is a substance produced in the brain called corticotropin-releasing factor (CRF). Elevated CRF levels can be measured in the brains of rats subjected to stress—and here is where a more homologous model of stress and depression emerges." Kramer, 115–16.
8. "fundamentally different speeds": "Peptides represent a large class of slow-acting modulatory substances found throughout the brain. They are made up of many amino acids, and are larger molecules than simple amino acids like glutamate or GABA. Because peptides are often present in the same axon terminal as glutamate or GABA (but in their own separate storage compartments), they are released with the fast transmitter when an action potential comes down the axon. . . . But peptides bind to distinct postsynaptic receptors and can, as a result, augment or reduce the effect of the fast transmitter with which they are released. However, since peptides are slow to affect the postsynaptic site, and their effects are long-lasting, they tend to have more of an effect on subsequent squirts of fast transmitter. While glutamate and GABA can have slow effects as well as

fast ones, depending on the receptors involved, peptides typically only have slow modulatory actions. They can affect dramatically the ability of a cell to be fired by other inputs, but cannot do so with precise timing." LeDoux, 2002, 57.

8. "the feeling stays alive": Much of that feeling happens in the body, not the brain. "After forming mental images of key aspects in the scenes (the encounter with the long lost friend; the death of a colleague), there is a change in your body state defined by several modifications in different body regions. If you meet an old friend (in your imagination), your heart may race, your skin may flush, the muscles in your face change around the mouth and eyes to design a happy expression, and muscles elsewhere will relax. If you hear of an acquaintance's death, your heart may pound, your mouth dry up, your skin blanch, a section of your gut contract, the muscles in your neck and back tense up while those in your face design a mask of sadness. In either case, there are changes in a number of parameters in the function of viscera (heart, lungs, gut, skin), skeletal muscles (those that are attached to your bones), and endocrine glands (such as the pituitary and adrenals)." Damasio, 1995, 135.
9. "the feeling of what happens": Damasio, 1999.
10. "call these properties 'qualia' ": "Qualia, individual to each of us, are recategorizations by higher-order consciousness of value-laden perceptual relations in each sensory modality or their conceptual combinations with each other. We report them crudely to others; they are more directly reportable to ourselves. This set of relationships is usually but not always connected to value. Freedom from time allows the location in time of phenomenal states by a suffering or joyous self. And the presence of appropriate language improves discrimination enormously; skill in wine tasting, for example, may be considered the result of a passion based on qualia that are increasingly refined by language." Edelman, 1992, 136.
11. "on today's consciousness stage": For some stimulating—and sometimes dizzying—explorations of consciousness, see Damasio's *The Feeling of What Happens*, Dennett's *Consciousness Explained*, Taylor's *The Race for Consciousness*, and Penrose's *The Emperor's New Mind*.
13. "written in the same ink": Joseph LeDoux puts this admirably in *Synaptic Self*: "Let's start with a fact: People don't come preassembled, but are glued together by life. And each time one of us is constructed, a different result occurs. One reason for this is that we all start out with different sets of genes; another is that we have different experiences. What's interesting about this formulation is not that nature and nurture both contribute to

who we are, but that they actually speak the same language. They both ultimately achieve their mental and behavioral effects by shaping the synaptic organization of the brain. . . . The particular patterns of synaptic connections in an individual's brain, and the information encoded by these connections, are the keys to who that person is." LeDoux, 2002, 22.

14. "on different drugs": "The human body contains a mechanism that causes the brains of boys and the brains of girls to diverge during development. The Y chromosome triggers the growth of testes in a male fetus, which secrete androgens, the characteristically male hormones (including testosterone). Androgens have lasting effects on the brain during fetal development, in the months after birth, and during puberty, and they have transient effects at other times. Estrogens, the characteristically female sex hormones, also affect the brain throughout life. Receptors for the sex hormones are found in the hypothalamus, the hippocampus, and the amygdala in the limbic system of the brain, as well as in the cerebral cortex." Pinker, 2002, 281.

14. "politics over science": If you find the idea of a biological difference between the brains of men and women troubling, keep these two points in mind. First, we're talking about averages here, not absolutes. Men on average are more prone to violence than women, but any given woman might well be more violent than any given man. Second, and perhaps more important, the tendencies that brain scientists describe are not set in stone; violence isn't a software program that male brains are forced inexorably to run. Most evolutionary psychologists shun the word "instinct" precisely because it implies something too fixed, too inescapable. Instead, they use the phrase "prepared learning." Natural selection doesn't hand down a strict playbook for action—it offers hints and clues instead. We find it easier to learn strategies that are part of our toolbox than we do strategies that weren't adaptive in our ancestral environment. You have to go to school to learn how to read, but no one goes to school to learn how to read facial expressions, although it is an incredibly sophisticated art. On the other hand, whatever we're prepared to learn can be unlearned under the right circumstances. And the fact that we're prepared to learn a certain type of behavior says nothing about the social or political merits of that behavior. Men may be prone to violence, but that doesn't mean as a society we have to accept violence. We overcome our so-called instincts all the time with no political repercussions whatsoever. We fly in planes and work in skyscrapers despite a fear of heights reasonably endowed to us by natural selection. That doesn't make life at thirty thousand feet immoral. It just makes it a

little more difficult to pull off than life on the ground, where natural selection expected us to be.

16. "'long-decay' test": Peter Kramer's *Listening to Prozac* illustrated precisely this long-decay approach—exploring the ways that drugs that modify serotonin availability in the brain in turn change the way that we think about ourselves as individuals, and as a society. "We may become more aware of our own feelings of confidence or despondency, noting how they respond to our social circumstances—how applause is a tonic for us, how loss devastates. We will no doubt worry over our depressions as once we worried over carcinogens: are they causing covert damage? An unreliable lover enrages us—he is doing not just psychic but physical harm; we assume the two are much the same. Or we see our spouse as a sort of first neurotransmitter in a cascade of chemicals, one who keeps our serotonin levels high. We are keenly aware of our temperament, our psychic scars, our animal nature. Assessing both ourselves and others, we find ourselves attending to strange categories: reactivity, aloneness, risk and stress, spectrum traits, dysthymic and hyperthymic personality. We understand that our reliance on biological categories has run far ahead of evidence, but we are scarcely able to help ourselves." Kramer, 296.

第 1 章　心智之眼

22. "this phenomenon as 'mindreading'": For a book-length exploration of this topic, see Baron-Cohen, 1999.
22. "duet for granted": I think of this process as being like the dramatic technique that Bertolt Brecht called the "distanceation effect." Radical theater, in Brecht's vision, was supposed to distance us from our too-familiar social structures, make us see those structures with fresh eyes. In this book we'll do the same thing again and again with aspects of human experience that we've long taken for granted, so much so that we stop noticing them. This is one of several ways in which the objectives of the arts run parallel to the lessons of brain science—in a sense, they both aim to get you outside of your head in order for you to see your head better.
23. "mirror neurons": See V. S. Ramachandran's fascinating overview of mirror neurons and their evolutionary significance, "Mirror Neurons and Imitation Learning as the Driving Force Behind 'the Great Leap Forward' in Human Evolution," archived at www.edge.org/documents/archive/edge69.html.
23. "origins of language": Rizzolatti and Arbib, 1998.

24. "deaf-blind children": Wilson, 153.
24. "University of California at San Francisco psychologist Paul Ekman": Ekman gives a revealing account of his research into the universality of facial expressions—including a remarkable clash with Margaret Mead—in his afterword to the 1998 edition of *The Expression of the Emotions in Man and Animals.*
25. " 'Duchenne smile' ": Darwin, 1998, 203.
25. "studies of stroke victims": Damasio, 1995, 140.
26. "sometimes called 'modules' ": There is a whole cottage industry of debate about the correct terminology for these "component parts" of the brain. Some prefer terms like "system" or "circuitry," partly because they convey more clearly that modules are usually distributed throughout the brain, and involve both areas of activation and neuromodulatory chemicals. I've generally adopted "modules" in this text because it is a term used both in neurological accounts of the brain's activity as well as evolutionary psychological accounts. The term itself originates with Jerry Fodor, who suggested that modules possessed the following attributes:

    1. domain specificity
    2. encapsulation
    3. obligatory firing
    4. shallow outputs
    5. speed
    6. inaccessibility to consciousness
    7. a characteristic ontogenetic course
    8. a dedicated neural architecture
    9. a characteristic pattern of breakdown

26. "How many million": Woolf, 37.
27. *"the sum of your modules":* For more on modules, see Gardner, page 55. Antonio Damasio is characteristically erudite on the interconnections among the various modular elements. "We can now say with confidence that there are no single 'centers' for vision, or language, or for that matter, reason or social behavior. There are 'systems' made up of several interconnected brain units; anatomically, but not functionally, those brain units are none other than the old 'centers' of phrenologically inspired theory; and these systems are indeed dedicated to relatively separable operations that constitute the basis of mental functions. It is also true that the separate brain units, by virtue of where they are placed in a system, contribute different components to the system's operation and are thus not interchange-

able. This is most important: What determines the contribution of a given brain unit to the operation of the system to which it belongs is not just the structure of the unit but also its *place* in the system." Damasio, 1995, 16.

27. "directly by taking drugs": Psychedelic drugs help undermine two of the most powerful—and, when you think about it, miraculous—effects of our consciousness: that we are a unified self, and not a host of competing subsystems, and that we are each of us distinct from the world around us, that our selves terminate at the peripheries of our bodies. The two trademark effects of psychedelia—ego fragmentation and ego expansiveness—are both evidence of how hard it is for the brain to pull off the illusion that we are one and not many, how easily disturbed these illusions are with the right chemicals. For two very different but equally fearless investigations into these issues, see John Horgan's *Rational Mysticism*, and Daniel Pinchbeck's *Breaking Open the Head*.

28. "control structures between modules": The clash between different modules can sometimes seem like bad engineering, and in a sense it is. Our brains are a reminder that evolution is full of jerry-rigged solutions and inefficient design. Joe LeDoux describes it this way: ". . . there is an imperfect set of connections between cognitive and emotional systems in the current stage of evolution of the human brain. This state of affairs is part of the price we pay for having newly evolved cognitive capacities that are not yet fully integrated into our brains. Although this is also a problem for other primates, it is particularly acute for humans, since the brain of our species, especially our cortex, was extensively rewired in the process of acquiring natural language functions. . . . Our brain has not evolved to the point where the new systems that make complex thinking possible can easily control the old systems that give rise to our base needs and motives, and emotional reactions. This doesn't mean that we're simply victims of our brains and should just give in to our urges. It means that downward causation is sometimes hard work. Doing the right thing doesn't always flow naturally from knowing what the right thing to do is." LeDoux, 2002, 322–23.

29. "left and right hemisphere": "The distribution of white matter to grey is not even throughout the brain—the right hemisphere has relatively more white matter, while the left has more grey. This microscopic distinction is significant because it means that the axons in the right brain are longer than in the left and this means they connect neurons that are, on average, farther away from one another. Given that neurons that do similar things or process particular types of input tend to be clustered together, this sug-

gests that the right brain is better equipped than the left to draw on several different brain modules at the same time. The long-range neural wiring might explain why that hemisphere is inclined to come up with broad, many-faceted, but rather vague concepts. It might also help the right brain to integrate sensory and emotional stimuli (as is required to apprehend art) and to make the sort of unlikely connections that provide the basis of much humour. 'Lateral thinking' would be helped, too, by the neural arrangement in the right brain—the sideways extension of axons even makes the phrase literal rather than figurative. The left brain, by contrast, is more densely woven. The close-packed, tightly connected neurons are better equipped to do intense, detailed work that depends on close and quick cooperation between similarly dedicated brain cells." Carter, 38.

29. *"a jungle in there"*: "The brain giving rise to the mind is a prototypical complex system, one more akin in its style of construction to a jungle than to a computer. This analogy fails at one point: While plants in jungles are selected for during evolution, the jungle itself is not. But the brain is subjected to two processes of selection, natural selection and somatic selection. The result is a subtle and multilayered affair, full of loops and layers. From genes to proteins, from cells to orderly development, from electrical activity to neurotransmitter release, from sensory sheets to maps, from shape to function and behavior, from social communication back to any and all of these levels, we are confronted with a system of somatic selection that is continually subjected to natural selection." Edelman, 1992, 44.

30. "mindreading and eye-reading": ". . . gaze monitoring is seen in infants from around 9 months of age, and which all children, the world over, show by 14 months or so. In this phenomenon, the infant turns in the same direction that another person is looking at and then shows gaze alternation, checking back and forth a few times to make sure (as it appears) that it and the other person are both looking at the same thing, thus establishing shared visual attention on the same object." Baron-Cohen, 44.

32. "Your brain is wired": Many other animals have dedicated brain systems that regulate social interactions. "Dolphins have a massive new brain area, the paralimbic lobe, that we do not possess. The paralimbic lobe is an outgrowth of the cingulate gyrus, which is known to elaborate social communication and social emotions (such as feelings of separation distress and maternal intent) in all other mammals. Thus, dolphins may have social thoughts and feelings that we can only vaguely imagine." Panksepp, 61. "For their size, vampire bats have very big brains. The rea-

son is that the neocortex—the clever bit at the front of the brain—is disproportionately big compared to the routine bits toward the rear. Vampire bats have by far the largest neocortexes of all bats. It is no accident that they have more complex social relationships than most bats, including, as we have seen, bonds of reciprocity between unrelated neighbours in a group. To play the reciprocity game, they need to recognize each other, remember who repaid a favour and who did not, and bear the debt or the grudge accordingly. Throughout the two cleverest families of land-dwelling mammals, the primates and the carnivores, there is a tight correlation between brain size and social group. The bigger the society in which the individual lives, the bigger its neocortex relative to the rest of the brain. To thrive in a complex society, you need a big brain. To acquire a big brain, you need to live in a complex society. Whichever way the logic goes, the correlation is compelling." Ridley, 1996, 69.

32. *"we're all extroverts"*: "One might wonder how the selective pressure could have been very strong during recent human evolution. After all, what usually generates the pressure is a hostile environment—droughts, ice ages, tough predators, scarce prey—and as human evolution has proceeded, the relevance of these things has abated. The invention of tools, of fire, the advent of planning and cooperative hunting—these brought growing control over the environment, growing insulation from the whims of nature. How, then, did ape brains turn into human brains in a few million years? Much of the answer seems to be that the environment of human evolution has been human (or prehuman) beings. The various members of a Stone Age society were each other's rivals in the contest to fill the next generation with genes. What's more, they were each other's tools in that contest. Spreading their genes depended on dealing with their neighbors: sometimes helping them, sometimes ignoring them, sometimes exploiting them, sometimes liking them, sometimes hating them—and having a sense for which people warrant which sort of treatment, and when they warrant it. The evolution of human beings has consisted largely of adaptation to one another." Wright, 1995, 26–27.

33. "extreme version of the male brain": Baron-Cohen proposes that there is an opposing, traditionally male-centered trait to the empathy of mindreading: systemizing. He describes it as follows: "There are at least six kinds of systems that the human brain can analyse or construct:

    1. Technical systems: a computer, a musical instrument, a hammer, etc.
    2. Natural systems: a tide, a weather front, a plant, etc.

3. Abstract systems: mathematics, a computer program, syntax, etc.
4. Social systems: a political election, a legal system, a business, etc.
5. Organisable systems: a taxonomy, a collection, a library, etc.
6. Motoric systems: a sports technique, a performance, a technique for playing a musical instrument, etc.

Systemising is an inductive process. You watch what happens each time, gathering data about an event from repeated sampling, often quantifying differences in some variables within the event and their correlation with variation in outcome. After confirming a reliable pattern of association—generating predictable results—you form a rule about how this aspect of the system works. When an exception occurs, the rule is refined or revised; otherwise, the rule is retained." Baron-Cohen, 2002.

40. "instinctive 'gut feeling'": Antonio Damasio has studied the ways in which those gut feelings enhance and direct our rational assessment of the world, most notably in *Descartes' Error.* He refers to these emotional cues as "somatic markers"—hints from your emotional subsystems that help you navigate complicated situations without having to process everything consciously: "trust this person," "be on the lookout in this neighborhood."

41. "I asked Baron-Cohen": interview conducted January 2003.

41. "unable to detect fearful expressions": Damasio, 1998, 65.

44. "both were seeing": James, 89–90.

44. "cultural achievements of art": This is one place where I think Steven Pinker and E. O. Wilson have it wrong. Here's Pinker from *The Blank Slate:* "Modernism certainly proceeded as if human nature had changed. All the tricks that artists had used for millennia to please the human palate were cast aside. In painting, realistic depiction gave way to freakish distortions of shape and color and then to abstract grids, shapes, dribbles, splashes, and, in the $200,000 painting featured in the recent comedy *Art,* a blank white canvas. In literature, omniscient narration, structured plots, the orderly introduction of characters, and general readability were replaced by a stream of consciousness, events presented out of order, baffling characters and causal sequences, subjective and disjointed narration, and difficult prose." Pinker, 2002, 449.

Wilson is less polemical than Pinker on this point, and he does include a stirring—and I suspect accurate, though who really knows—account of the origins of the arts.

"The arts filled the gap. Early humans invented them in an attempt to express and control through magic the abundance of the environment, the power of solidarity, and other forces in their lives that mattered most to survival and reproduction. The arts were the means by which these forces could be ritualized and expressed in a new, simulated reality. They drew consistency from their faithfulness to human nature, to the emotion-guided epigenetic rules—the algorithms—of mental development. They achieved that fidelity by selecting the most evocative words, images, and rhythms, conforming to the emotional guides of the epigenetic rules, making the right moves. The arts still perform this primal function, and in much the same ancient way. Their quality is measured by their humanness, by the precision of their adherence to human nature. To an overwhelming degree that is what we mean when we speak of the true and beautiful in the arts." Wilson, 225. Wilson's story makes perfect sense in the context of myth, but as a theory of art it falls short—precisely because art is as much about the grain of individual experience as it is about human universals. Neither Pinker nor Wilson seem willing to accept in the arts what they regularly accept in other domains: that part of cultural achievement is about breaking free from the chains of our biology, pushing the boundaries of what human nature is capable of. The fact that Pinker includes the stream of consciousness as part of modernism's break from human nature seems particularly odd to me, since Joyce's whole project was to capture the interior, lived experience of consciousness, in all its dynamism and strangeness. This of course is consonant with much of literary modernism, which is why this book returns several times to Henry James, Virginia Woolf, and Marcel Proust—all of whom were brilliant "mind openers."

45. "taking hold of experience": Woolf, page 79. "One object, one word, one glance, will act like a stone cast into a puddle, sending out ripples of memories triggering off one another. Gradually, beyond the generic concepts, the verbal label, we acquire a more sophisticated and highly personalized view, and understanding of a more sophisticated and highly personalized view, and understanding of the world that is unique to each of us. As we grow up, we are better able to understand or explain an ongoing situation in the light of previous experience, and objects, people, or actions with only a modest impact on the raw senses will monopolize our attention because of a far more covert, less tangible, and private significance. We start to register not only the loudest and brightest in each waking moment, but the secret lover's eyebrow raised silently for a frac-

tion of an inch over a fraction of a second across a noisy, crowded room." Greenfield, 54.

45. "*all* the chapters are about memory": One of Peter Kramer's long-decay ideas follows exactly this logic. "We readily accept the notion of cognitive and emotional, or at least emotion-laden, memory. But perhaps sensitivity is memory as well—'the memory of the body,' as we might say 'the wisdom of the body.' In this sense, social inhibition and rejection-sensitivity are both memory. That is, they do not stem from a (cognitive, emotion-laden, conflicted) memory of trauma; they represent or just are memories of trauma. According to this way of thinking, much of who Lucy is—her neural pathways, her social needs—constitutes a biological memory of her mother's murder, just as Tess's social style is a memory of her precociously responsible childhood." Kramer, 124.

46. "a process called reconsolidation": "The recent discovery, made by Karim Nader and Glenn Schafe in my lab, is that protein synthesis in the amygdala seems necessary for a recently activated memory to be kept as a memory. That is, if you take a memory out of storage you have to make new proteins (you have to restore, or reconsolidate it) in order for the memory to remain a memory. One way of thinking about this is that the brain that does the remembering is not the brain that formed the initial memory. In order for the old memory to make sense in the current brain, the memory has to be updated. This work has stimulated a lot of interest from both scientists and lay persons. One man called and asked whether it might be possible for him to eliminate the memory of his ex-wife by blocking protein synthesis in his brain while thinking of her. The practical side of this is that it might be possible some day to have trauma victims recall their trauma in the presence of some drug or other brain alteration that reduces the stranglehold of the memory on the person's psyche. After we proposed this, though, a therapist made a very good point. What would it mean to a Holocaust survivor, for example, to lose such memories after having lived for many years and having developed an identity based in part on them? This is a very important concern, and touches on the deep ethical issues that scientific discoveries can raise." LeDoux, 2002, 162.

46. "Proust": The writer Stephen Hall published a wonderful essay in *The New York Times* several years ago that partly inspired some of the themes of this book. (By accident, I ended up using the same guide for a personal fMRI exploration of my brain, Columbia's Joy Hirsch.) Hall has this to say about the mind-opening possibilities of brain-imaging technology:

"A common thread of both the Freudian and Proustian worldviews is the associative quality of recollection—the odd word or sight that connects to a deeper trauma, the odor that connects to a more extensive memory. Association requires connections, and as I saw, a brain scan of humor, for example, can actually depict a rich skein of associations in a diagram of neural connections. Preposterous as it may seem, I can imagine a day in the distant future when the M.R.I. replaces the couch, when the therapist uses words or odors or pictures to excite and pinpoint circuitry and then the neuroanatomist translates the images into explanations of behavior. Of course, there is always the possibility that after decades of exploration in search of mind, we'll still find ourselves, metaphorically speaking, knee-deep in a swamp of neurotransmitters that may bring us no closer to a biological understanding of 'mind.'" Hall, 1999.

第 2 章　我恐惧的总和

51. "Edouard Claparede": LeDoux, 1996, 180.
54. "My first grant": interview conducted with Joseph LeDoux, November 2002.
54. "can't be studied scientifically": Damasio describes the indifference to emotion this way: "Twentieth-century science left out the body, moved emotion back into the brain, but relegated it to the lower neural strata associated with ancestors whom no one worshiped. In the end, not only was emotion not rational, even studying it was probably not rational." Damasio, 1998, 39.
54. "surgical subtraction": "Studies by Liz Romanski, Claudia Farb, Neot Doron and me show that the lateral amygdala gets inputs about the stimuli from two sources. It receives a crude but fast representation from a subcortical area (the sensory thalamus) and a slower but more complete representation from cortical sensory areas. . . . The role of these two input systems to the amygdala was elucidated in studies performed in my lab by Liz Romanski. The path from the thalamus through the cortex to the amygdala, the so-called high road, allows complex information about objects and experiences to initiate fear reactions. But the amygdala also can be activated directly from the thalamus. Since this low road bypasses the neocortex, it only provides the amygdala with a crude representation of the external stimulus. But the arrival of crude information can have important consequences. For example, Fabio Bordi and I found that cells

in the amygdala are able to determine the intensity or loudness of a sound through the thalamic pathway. Loudness is a good clue to how close something is and distance is a good clue to how dangerous that thing is. If you treat loud things as dangerous even if you don't know the source of the noise, you are probably going to be better off in the long run. So simply by computing intensity from the thalamus, the amygdala can immediately deduce significant details about a stimulus. Intensity is not the only feature gauged by the low road from the thalamus, but it's an important one." LeDoux, 2002, 122.

58. " 'Hebbian learning' ": "In Hebb's words, 'When an axon of cell A is near enough to excite cell B or repeatedly and consistently takes part in firing it, some growth process or metabolic changes take place in one or both cells such that A's efficiency, as one of the cells firing B, is increased.' Although Hebb originally proposed his fire-and-wire theory to account for the nature of learning and memory, it has been used to explain other aspects of synaptic function, especially the construction of synapses during development. Consider again the establishment of visual cortex connectivity. As we've seen, in primates, the weeks before birth are an important period for visual system development, as waves of spontaneous activity from the two eyes set up patterns of activity that result in the preferential activation of certain cortical cells by one eye or the other. Because cells in the retina of one eye are more likely to fire spontaneously at the same time, and are much less likely to fire at the same time as cells in the other eye, chances are that when a postsynaptic cortical cell is activated by presynaptic inputs from one eye, presynaptic inputs from other cells in the same eye will be arriving more or less simultaneously. According to Hebb's rule, this concurrent activity in presynaptic and postsynaptic cells then leads to a strengthening of the connections from that eye to the postsynaptic cell." LeDoux, 2002, 79–80.

61. "flashbulb memories stored": "According to the interleaved learning hypothesis, then, the memory is initially stored via synaptic changes that take place in the hippocampus. When some aspects of the stimulus situation recur, the hippocampus participates in the reinstatement of the pattern of cortical activation that occurred during the original experience. Each reinstatement changes cortical synapses a little. Because the reinstatements depend on the hippocampus, damage to the hippocampus affects recent memories, but not old ones that have already been consolidated in the cortex. Old memories are the result of accumulations of synaptic changes in the cortex as a result of multiple reinstatements of the

memory. The slow rate of change of the cortex prevents the acquisition of new knowledge from interfering with old cortical memories. Eventually, the cortical representation comes to be self-sufficient. At that time, the memory becomes independent of the hippocampus." LeDoux, 2002, 106.

61. "James McGaugh": interview conducted November 2002.
63. "Beta-blockers": "These results raise the intriguing possibility that beta-blockers such as propranolol could be administered to trauma survivors in order to reduce persisting memories. Beta-blockers might also be given ahead of time to emergency workers before they enter a disaster site, and thus thwart altogether the development of intrusive memories that will plague them later. These are exciting possibilities because intrusive memories can be so crippling for long periods of time. And for emergency or disaster personnel who are repeatedly exposed to potential sources of persistence, preliminary administration of beta-blockers might make a highly stressful occupation more manageable." Schacter, 182.
64. "deliberate overriding of fear responses": LeDoux, 1996, 169.
66. "severe stress may impede": See McEwen and Sapolsky, 1995.

第 3 章　请注意

72. "Neurofeedback dates": See Robbins's *Symphony in the Brain* for an authoritative account of neurofeedback's history.
73. "Attention Builder CEO": interview conducted August 2001.
74. "waves of electrical activity": "At present, five general categories of brain waves are recognized in humans. The slowest rhythm is delta (0.5–3 Hz), which generally tends to reflect that the subject is sleepy. . . . The next is theta (4–7 Hz), which has been related to meditative experiences, unconscious processing, and some negative emotional effects such as frustration. However, as mentioned, theta reflects active information processing in certain brain areas such as the hippocampus (HC). When this rhythm occurs in the HC, an organism is typically exploring and the HC is presumably elaborating thoughts and memories. This rhythm is also characteristic of the HC during rapid eye movement (REM) sleep. . . . The brain's relaxed, or 'idling,' rhythm is alpha (8–12 Hz), which provides an excellent reference measure for detecting changes in brain arousal. In other words, the ongoing electrical energy in the alpha range can be used as a baseline for detecting how various brain areas become aroused during specific cognitive tasks and emotional situations. Beta rhythm (typi-

cally 13–30 Hz) is generally considered an excellent measure of cognitive and emotional activation. Finally, oscillations above beta are usually considered to be in the gamma range (i.e., more than 30 Hz); they are presently thought to reflect some of the highest functions of the human brain, such as perceptual and higher cognitive processes." Panksepp, 87.

79. "Leslie Seiden and Hal Rosenblum": interview conducted September 2001.

83. "number of studies": See Sime, et al, 2001.

86. "John Donoghue": interview conducted September 2001.

87. "alpha states": "There is already one technology that appears to generate at least one aspect of a spiritual experience. This experimental technology is called Brain Generated Music (BGM), pioneered by NeuroSonics, a small company in Baltimore, Maryland, of which I am a director. BGM is a brain-wave biofeedback system capable of evoking an experience called the Relaxation Response, which is associated with deep relaxation. The BGM user attaches three disposable leads to her head. A personal computer then monitors the user's brain waves to determine her unique alpha wavelength. Alpha waves, which are in the range of eight to thirteen cycles per second (cps), are associated with a deep meditative state, as compared to beta waves (in the range of thirteen to twenty-eight cps), which are associated with routine conscious thought. Music is then generated by the computer, according to an algorithm that transforms the user's own brain-wave signal. The BGM algorithm is designed to encourage the generation of alpha waves by producing pleasurable harmonic combinations upon detection of alpha waves, and less pleasant sounds and sound combinations when alpha detection is low. In addition, the fact that the sounds are synchronized to the user's own alpha wavelength to create a resonance with the user's own alpha rhythm also encourages alpha production." Kurzweil, 157.

89. "John Rodenbough": interview conducted February 2003.

90. "the 'user illusion' ":

91. " 'phonological loop' ": "We now know that the kind of rapid transience associated with a damaged phonological loop has significant, even grave consequences. The early clues came from studies of another brain-injured patient with a damaged phonological loop. The patient could learn word pairs in her native language, Italian, as quickly as healthy controls. But in contrast to healthy native Italian speakers, the patient could not learn Italian words paired with unfamiliar Russian words. Subsequent studies showed similar results: patients with damage to the phonological loop were almost totally unable to learn foreign vocabulary. The phonological

loop turns out to be a gateway to acquiring new vocabulary. The loop helps us put together the sounds of novel words. When it is not functioning properly, we cannot hold on to those sounds long enough to have a chance of converting our perceptions into enduring long-term memories." Schacter, 30.

91. "Encoding is the attention subsystem": "The other region whose activity predicted subsequent memory was located farther forward, in the lower left part of the vast territory known as the frontal lobes. This finding was not entirely unexpected, because previous neuroimaging studies indicated that the lower left part of the frontal lobes works especially hard when people elaborate on incoming information by associating it with what they already know. Cognitive psychologists had known for years that transience is influenced by what happens as people register or encode incoming information: more elaboration during encoding generally produces less transient memories. For instance, suppose I show you a list of words to remember, including lion, CAR, table, and TREE. For half of the words, I ask you to judge whether they refer to living or nonliving things; for the other half, I ask you to judge whether they are in uppercase or lowercase letters. All other factors being equal, you will later remember many more of the words for which you had made living/nonliving judgements. Thinking about whether the word refers to a living or nonliving thing allows you to elaborate on the word in terms of what you already know about it; making the uppercase/lowercase judgement does little to link the word with what you already know. Other experiments have shown that subsequent memory improves when people generate sentences or stories that tie together to-be-learned information with familiar facts and associations." Schacter, 25.

91. "seven distinct items": "It has been known for centuries that we can only keep a few things active in our mind (in working memory) at once. George Miller, one of the pioneers in cognitive psychology, figured out, through psychological experiments, that the number is about seven pieces of information. Some people can hang on to eight or nine, whereas others manage only five, but, on average, temporary storage can hold about seven items. (It's probably no coincidence that telephone numbers within an area code were designed to have seven digits.) But, as Miller noted, we can effectively expand that capacity by chunking or grouping information—it's about as easy to remember seven letters as seven words or ideas. No doubt one of the reasons human cognition is so powerful is because we have language in our brains, which exponentially increases

the ability to categorize information, to chunk. A whole culture, for instance, can be implied by a name." LeDoux, 2002, 177.

99. "my visual encoding": This is a trait that I seem to share with Aldous Huxley. "I am and, for as long as I can remember, I have always been a poor visualizer. Words, even the pregnant words of poets, do not evoke pictures in my mind. No hypnagogic visions greet me on the verge of sleep. When I recall something, the memory does not present itself to me as a vividly seen event or object. By an effort of the will, I can evoke a not very vivid image of what happened yesterday afternoon, of how the Lungarno used to look before the bridges were destroyed, of the Bayswater Road when the only buses were green and tiny and drawn by aged horses at three and a half miles an hour. But such images have little substance and absolutely no autonomous life of their own. They stand to real, perceived objects in the same relation as Homer's ghosts stood to the men of flesh and blood, who came to visit them in the shades." Huxley, 15.

100. "effective brain": Another area that is key to "tool organization" is the association cortex, which draws on inputs from the higher-order somatic, visual, and auditory areas. This region plays a central role in creating an integrated assessment of one's immediate environment, drawing connections between the different senses.

101. "Susan and Sigfried Othmer": interview conducted December 2002.

第 4 章　搔痒

108. "oxytocin": "Oxytocin is probably best known for what it contributes to birth, prompting labor itself and milk production. The sensations that accompany the release of oxytocin hold special interest. Right after birth, an intense calm sets in for most mothers. You've just completed one of the most vigorous and painful experiences of your life, which lasted for perhaps ten or fifteen hours, and it really is nice to have it over. But the calm is more than what comes from relief at the end of a painful experience. It has an otherworldly quality. When you look at paintings of the Madonna, you get the sense that some artists have crept into the new mother's soul and sensed what those feelings are really like. Certainly love for the newborn is part of it, but the intensity is greater and more visceral than love connotes. This is the beginning of bonding." Taylor, 25.

108. "Shelley Taylor": interview conducted December 2002.

110. "'The Tending Instinct'": Taylor also calls this the affiliative circuitry. "Does our legacy of tending to one another's needs truly merit consideration as an instinct? Can we argue with any confidence that there is a biologically driven program that underlies the many relationships in which we nurture one another? As we explore the nature of our social ties, first in the mother-infant relationship, then in relations within a social group, and between women and men, some of the same hormones will appear repeatedly—oxytocin, vasopressin, endogenous opioid peptides, growth hormone—among other suggestive commonalities. These hormones appear to be implicated in social behaviors of many kinds and are part of what scientists have called the affiliative neurocircuitry, an intricate pattern of co-occurring and interacting pathways that influence many aspects of social behavior, ranging from whether people are receptive to social relationships at all to how strong their relationships will be." Taylor, 12.

111. "testosterone-heavy male bodies": Oxytocin has something of an analog in the male brain—a hormone called vasopressin. "Both men and women release vasopressin in response to stress, but unlike oxytocin, which is subdued by male hormones, the effects of vasopressin may be enhanced by them, making vasopressin a potential influence on men's stress responses. If oxytocin is associated with calm, nurturant, affiliative behavior, what does vasopressin do? Again, because much of this action goes on in the brain, the source of our knowledge about vasopressin is from animal studies. One animal in particular, the prairie vole, has provided a lot of knowledge. Why the prairie vole and not rats, rhesus monkeys, and sheep, which provided help in understanding the effects of oxytocin in women? Unlike most male mammals, the prairie vole is a monogamous little creature who picks a mate and stays with her for life. He guards and protects her and generally keeps things safe. Since humans are fairly monogamous too, the prairie vole provides a potential animal model for understanding what men do in response to stress. The little bit of research that has been done suggests that vasopressin may well be implicated in male responses to stress. When stress occurs, levels of vasopressin go up, and the male prairie vole becomes a protective sentinel, guarding and patrolling his territory, keeping his female partner and the young from harm." Taylor, 31.

112. "brains of prairie voles": LeDoux, 231.

112. "brain chemistry of humans": Panksepp has some characteristically thought-provoking ideas about the impact of these chemicals on male-

female relations. ". . . the female brain contains more oxytocin neurons than the male brain, and the genetic manufacturer of oxytocin is under the control of the ovarian hormone estrogen. The role of this neuropeptide in sexuality is not as lopsided as that of vasopressin in the male brain. Administration of oxytocin directly into the brain can increase both male and female sexuality, but seemingly in different ways. In males, oxytocin promotes erectile capacity, and it is released into the circulation in large amounts at orgasm. . . . Unfortunately, no comparable data appear to be available for females. In any event, at present, brain oxytocin release is a key candidate for being a promoter of orgasmic pleasure and hence one of the mediators of behavioral inhibition commonly seen in males following copulation. There is a certain beauty in the fact that oxytocin, a predominantly female neuromodulator, is an especially important player in the terminal orgasmic components of male sexual behavior. In that role it may allow the sexes to better understand each other." Panksepp, 241.

112. "human oxytocin receptors": "It is noteworthy that no neurotransmitter or neuromodulator has been discovered in humans that is qualitatively different from those found in other mammals. In fact, all mammals share remarkably similar anatomical distributions of most neurochemical systems within their brains. However, there are also distinctions in systems between different animals and species, which help explain their personality differences. One of the most dramatic contrasts observed so far is within brain oxytocin systems . . . of various species." Panksepp, 100.

115. "Reptile brains do not produce": "The emotional tendency to provide special care to the young, so impressive in mammals, is seen only in rudimentary forms in reptiles. Still, a primitive tendency to provide maternal care probably evolved before the divergence of mammalian and avian stock from their common ancestor. This is suggested by the strong parental urges of most avian species and by recent paleontological evidence suggesting that some dinosaurs may also have exhibited maternal tendencies. However, maternal devotion, through the evolution of CARE systems, has vastly expanded within the mammalian brain, while remaining rooted in the sociosexual processes that had evolved earlier." Panksepp, 223.

115. "The evolutionary biologist Donald Symons": Pinker expands on Symons's argument with this thought experiment: "One can even imagine a species in which every couple was marooned on an island for life and their offspring dispersed at maturity, never to return. Since the

genetic interests of the two mates are identical, one might at first think that evolution would endow them with a blissful perfection of sexual, romantic, and companionate love. But, Symons argues, nothing of the sort would happen. The relation between the mates would evolve to be like the relation among the cells of a single body, whose genetic interests are also identical. Heart cells and lung cells don't have to fall in love to get along in perfect harmony. Likewise, the couples in this species would have sex only for the purpose of procreation (why waste energy?), and sex would bring no more pleasure than the rest of reproductive physiology such as the release of hormones or the formation of the gametes. There would be no falling in love, because there would be no alternative mates to choose among, and falling in love would be a huge waste. You would literally love your mate as yourself, but that's the point: you don't really love yourself, except metaphorically; you are yourself. The two of you would be, as far as evolution is concerned, one flesh, and your relationship would be governed by mindless physiology. You might feel pain if you observe your mate cut herself, but all feelings we have about our mates that make a relationship so wonderful when it is working well (and so painful when it is not) would never evolve. Even if a species had them when they took up this way of life, they would be selected out as surely as the eyes of a cave-dwelling fish were selected out, because they would be all cost and no benefit." Pinker, 2002, 293–94.

119. "Robert Provine": interview conducted January 2003.

119. "46 percent more likely": "While tabulating the data, I found that speakers laughed more than their audiences. Nothing in the audience-oriented literature about laughter or humor suggested such a result. When I totaled speaker (S) and audience (A) laughter across all four possible gender combinations, speakers were found to laugh 46 percent more than their audiences. The effect was even more striking when gender was considered. The speaker/audience difference was greatest when females were conversing with males (S_fA_m), a condition in which females produced 126 percent more laughter than their male audiences."

Dyad	Episodes	Speaker	Audience
S_mA_m	275	75.6%	60.0%
S_fA_f	502	86.0%	49.8%
S_mA_f	238	66.0%	71.0%
S_fA_m	185	88.1%	38.9%
overall	1,200	79.8%	54.7%

Provine, 28.

119. "only around 15 percent": Provine, 47–48.

123. "their laughter is contagious": Nowhere is the power of contagious laughter more conspicuously exploited than on television laugh tracks, which first appeared in September of 1950, accompanying *The Hank McCune Show*—a comedy, Provine writes, "about 'a likeable blunderer, a devilish fellow who tries to cut corners only to find himself the sucker.' *Variety* (13 September 1950) was alert to the one innovation in this 'fairly amusing' show aired on NBC—'there are chuckles and yucks dubbed in.' Sensing something of interest, the reviewer mused, 'Whether this induces a jovial mood in home viewers is still to be determined, but the practice may have unlimited possibilities if it's spread to include canned peals of hilarity, thunderous ovations and gasps of sympathy.' The outcome of this experiment is all too familiar to contemporary television viewers." Provine, 137.

124. "Roger Fouts": interview conducted January 2003.

124. "chimpanzee laughter": "The most notable acoustic similarity between human and chimpanzee laughter is its rhythmic structure. Whether a chimp is 'pant-pant-panting,' or a person is saying 'ha-ha-ha,' the sonic bursts occur at regular intervals, a property apparent in the waveforms of both vocalizations. Chimps, however, have a laugh rhythm about twice as fast as that of humans. (The chimp sounds were separated—onset to onset—by about 120 milliseconds, versus about 210 milliseconds for humans.) This is because the chimpanzees vocalize during both inhalation and exhalation. If only the more strongly voiced exhalation is considered, the chimpanzee laugh rate is halved and approximates that of humans." Provine, 79–80.

124. "Parents will testify that ticklefests": Tickling has a surprisingly rich history of philosophical investigation. "Tickle is a strange behavior, but we need not search for an exotic neural mechanism to explain it. A well-known neural process accounts for many of tickle's perplexing qualities. The central clue about the nature of the tickle mechanism is this: We can't tickle ourselves. Over 2,000 years ago Aristotle showed acute intuition about this phenomenon: 'Is it because one also feels tickling by another person less if one knows beforehand that it is going to take place, and more if one does not foresee it? A man will therefore feel tickling least when he is causing it and knows that he is doing so.'" Provine, 116.

125. "Jaak Panksepp": interview conducted December 2002.

126. "drugs that block the effects": Panksepp, 256.

126. "immune system": Provine, 197.

128. "a small retreat": Thanks to Clay Shirky for putting together such a fascinating seminar, and for his continued brilliance on the question of software's social possibilities.

130. "cultural critic Harvey Blume": "Autism and the Internet," http://web.mit.edu/m-i-t/articles/blume.html.

130. "Sue Carter": interview conducted December 2002.

132. " 'feel crummy' hormone": The idea that endogenous drugs could have such contradictory effects sometimes seems illogical, but again it's helpful to think here of recreational drugs. Alcohol in low doses often makes people more socially confident and outgoing, while in high doses it functions as a depressant—making people hostile to others, or indifferent to them. The drug in both cases is the same—it's the dose that matters.

132. "body's natural opiates": "It has been postulated that there are parallels between social attachment and narcotic addiction and that similar neural circuitry and neurochemistry may underlie both phenomena. . . . In fact, there is significant evidence for a role of endogenous opioids in modulating affiliative behaviors. For example, b-endorphin is released in monkeys during social grooming, while blockade of opioid receptors results in increased motivation to be groomed. . . . Opiates also modulate infant-mother attachments and separation distress calls in rat pups. . . . Our research on the neurobiological mechanisms regulating affiliation and pair bonding in voles supports the idea that brain reward circuitry plays a key role in regulating social attachments." Insel, et al., 2001.

132. " 'addicted to love' ": "EOPs [endogenous opioid peptide] may even exert direct effects on stress hormones, reducing their strength. When animals are socially isolated, their levels of EOPs decline. When they rejoin their companions, EOP levels return to normal, accompanied by an emotional state that can only be described as euphoria. Neuroscientist Jaak Panksepp has suggested that EOPs may be the key to a mild form of social addiction, whereby the release of opioids in response to companionship sustains the need for that companionship. So far, only animal evidence for this idea has accumulated, so it is not yet known whether EOPs underlie the euphoria that human companionship can produce or the need to seek it out in the face of loneliness or isolation." Taylor, 83.

133. "the same altar": "The first neurochemical system that was found to exert a powerful inhibitory effect on separation distress was the brain opioid system. This provided a powerful new way to understand social attachments. There are strong similarities between the dynamics of opiate

addiction and social dependence . . . and it is now clear that positive social interactions derive part of their pleasure from the release of opioids in the brain. For instance, the opioid systems of young animals are quite active in the midst of rough-and-tumble play, and when older animals share friendly time grooming each other, their brain opioid systems are activated. . . . Finally, sexual gratification is due, at least in part, to opioid release within the brain. From all this, it is tempting to hypothesize that one reason certain people become addicted to external opiates (i.e., alkaloids, such as morphine and heroin, that can bind to opiate receptors) is because they are able to artificially induce feelings of gratification similar to that normally achieved by the socially induced release of endogenous opioids such as endorphins and enkephalins. In doing this, individuals are able to pharmacologically induce the positive feeling of connectedness that others derive from social interactions." Panksepp, 255.

134. "children in their first days of life": "Within the first few hours, he turns his head in the direction of his mother's voice. A social bond that was formed during pregnancy is already in place, and on it, other bonds will be built. After a few hours, the newborn can mimic an adult's expression, and, shortly thereafter, he or she can reciprocate another person's emotions. To demonstrate this amazing capacity, scientists show newborns close-ups of faces that are smiling, frowning, or expressing surprise. They film the babies looking at these pictures and then show the films to observers whose job it is to guess what picture the baby was looking at. Observers are often able to tell, because the baby spontaneously mimics the face in his or her own expression. Infants use this remarkably sophisticated innate system of emotional communication to signal their needs to their caretakers and evoke their tending, and these interactions fuel the exuberant brain growth of infancy." Taylor, 40.

134. "the same chemicals": A fascinating avenue for exploration opened up by this neurochemical approach is the one explored so vividly by Freud: how much overlap is there between filial and sexual love? Panksepp writes: "Filial love—the love between parent and child—seems outwardly quite distinct from sexual desire, but as Freud suspected, they may share important features. As we will see, findings from modern psychobiology can now be used to bolster this view; key molecules such as oxytocin are involved in both, albeit by actions in different parts of the brain. Although our cultural evolution has sought to bind our desire for sex and our need for social bonding together in an inextricable whole called the

institution of marriage, there is no guarantee in the recesses of the brain that such cultural unions will succeed." Panksepp, 226.

But there is a distinction here—the two systems aren't necessarily identical. "One plausible way of thinking is that nurturant love emerges from brain systems that promote parental attachments, while erotic love may emerge from brain systems that generate sexual seeking. If so, the first might be more opiate- and oxytocin-based, while the latter is more dopamine- and vasopressin-based." Panksepp, 285.

134. "essential part of the feeling": Of course, what goes for infants also goes for many of our fellow mammals. It can be daunting to think that the core ingredients of love's neurochemistry are shared between humans and prairie voles. Because love is the source of so many of humanity's highest creative achievements, we like to think that the feeling itself is just as unique. But the commonalities of the brain chemistry—and the commonalities of behavior—suggest that at least some part of love's intoxication is experienced by our fellow mammals.

第 5 章　激素在说话

135. "handful of researchers": For an energetic first-person account of this discovery, see Pert, *The Molecules of Emotion*.

136. " 'natural high' ": ". . . we all like our endorphins, and we all do things to get them, ranging from jogging to sex. And when we do those things, our endorphin levels are abnormally high. No doubt rapists feel good at some point during or after their crimes; no doubt that pleasure has a biochemical basis; and no doubt this basis will come to light. If defense lawyers get their way and we persist in removing biochemically mediated actions from the realm of free will, then within decades the realm will be infinitesimal. As, indeed, it should be—on strictly intellectual grounds, at least. There are at least two ways to respond to the growing body of evidence that biochemistry governs all. One is to use the data, perversely, as proof of volition. The argument runs as follows: Of course all these criminals have free will, regardless of the state of their endorphins, blood-sugar levels, and everything else. Because if biochemistry negated free will, then none of us would have free will! And we know that's not the case. Right? (Pause.) Right?" Wright, 1995, 352.

136. "endogenous opioids were not alone": The major recreational drugs can be mapped onto the following neurotransmitters: Ecstasy floods the

brain with excess serotonin. Cocaine increases the availability of dopamine, noradrenaline, and serotonin. Hallucinogens like LSD achieve some of their effects by imitating the serotonin molecule. Amphetamines release dopamine and noradrenaline. Nicotine mimics dopamine molecules, as well as activating the nicotinic receptors. Alcohol and other tranquilizers have a more generalized effect, decreasing the activity of GABA in the brain. Opiates, as their name suggests, pass for the brain's naturally occurring opioids. See Carter, 68.

142. "Learning to recognize": "A viewpoint that is gaining currency in psychiatry, under the rubric 'the functional theory of psychopathology,' is that mental states are best understood first through the consideration of particular mental functions, such as mood, cognition, and perception—and that multifaceted entities such as mental illness or personality should be considered secondary. An assumption of the theory is that variation in functions will turn out to arise from a particular state of one or another neurotransmitter." Kramer, 183.

142. "rejection sensitivity": The term "rejection sensitivity" originates with Donald Klein's research, involving some of the antidepressant drugs developed before Prozac. Here's Kramer describing the condition. "We all react to disappointments, even minor ones. A date stands us up. A colleague makes a cutting remark. . . . Always there is a visceral response: the sinking in the stomach, a feeling of weakness, confusion of thought, a momentary sense of sadness and world-weariness. It will pass, we know, this leaden dullness, but for the moment we are deeply affected. For some this pain is worse than for others—lasts longer, paralyzes more thoroughly. They are not depressed, but they are vulnerable. 'Sensitive' is what we call such people, as in: 'Oh, don't be so sensitive,' or 'She's just overly sensitive.'. . . For the most part, psychiatry has ignored sensitivity as unremarkable—not a category of analysis. In the standard diagnostic manual, there is no category labeled 'sensitive.' But the standard manual is a mere matter of consensus. There are many unofficial ways of mapping human variation, charts highlighting colorful byways that, though they have never made it into the conventional guidebook, promise rewarding vistas. One such conceptual route, a diagnosis that under various names has intrigued biological researchers for decades, may be, with the help of Prozac, on its way to becoming a major thoroughfare. The idea underlying this diagnosis is that certain people are physiologically wired to be deeply sensitive to rejection." Kramer, 70–71.

143. "many forms of brain activity:" "There are good reasons to believe that

this system mediates a relatively homogenous central state function. All motivated and active emotional behaviors including feeding, drinking, sex, aggression, play, and practically every other activity (except sleep), appear to be reduced as serotonergic activity increases. However, the conclusion that serotonin mediates behavioral inhibition is tempered by the discovery of a vast diversity of distinct serotonin receptors. At this writing, the number of 5-HT receptors stands at 15. When serotonin acts on certain receptors, emotional behaviors such as anxiety (as measured by behavioral inhibition) increase, but when other receptors are involved, emotionality is reduced. Why such complexity exists on the postsynaptic side, with comparative simplicity at the presynaptic side, remains perplexing. In other words, these systems release a single transmitter, 5-HT, rather globally in the brain, but this substance can operate on a vast number of receptors with apparently very different functional properties. One possible way to make sense of this is that at various synaptic fields, serotonin release is also controlled by local presynaptic mechanisms (i.e., via axo-axonic synapses). Through such local controls, it is possible to have regionally restricted release of 5-HT onto only a subset of serotonin receptors." Panksepp, 111.

144. " 'magic bullet' chemicals": Part of the complexity here comes from the fact that the various neuromodulators have effects on one another, as we saw in the example of oxytocin and the endorphins. There is also the question of *where* the activity is happening: serotonin release in one part of the brain has a very different effect from serotonin release in another. As Damasio writes: "When it comes to explaining behavior and mind, it is not enough to mention neurochemistry. We must know whereabouts the chemistry is, in the system presumed to cause a given behavior. Without knowing the cortical regions or nuclei where the chemical acts within the system, we have no chance of ever understanding how it modifies the system's performance (and keep in mind that such understanding is only the first step, prior to the eventual elucidation of how more fine-grained circuits operate). Moreover, the neural explanation only begins to be useful when it addresses the *results* of the operation of a given system on yet another system. The important finding described above should not be demeaned by superficial statements to the effect that serotonin alone 'causes' adaptive social behavior and its lack 'causes' aggression. The presence or absence of serotonin in specific brain systems having specific serotonin receptors does change their operation; and such change, in turn, modifies the operation of yet other systems, the result of which will

ultimately be expressed in behavioral and cognitive terms." Damasio, 1995, 77.

144. "PET scans on people's brains": Damasio, 1998, 60–62.

145. "'mood congruity'": "According to the mood congruity hypothesis, memories are more easily retrieved when the emotional state at the time of memory formation matches the state at the time of retrieval. For example, we are more likely to remember sad than happy events when depressed. Perhaps amygdala activation during retrieval facilitates remembrance by re-creating, at least in part, the emotional state (the state of the brain resulting from amygdala activation, and all its consequences, as discussed above) that occurred during the original experience—the more similar the pattern of activation is during learning and retrieval, the more efficient retrieval is likely to be." LeDoux, 2002, 222.

146. "revolutionary new treatment": Damasio, 2003, 56.

148. "psychologist Kevin Ochsner": Schacter, 164.

151. "production of dopamine": "Dopamine cell bodies are located in the brain stem, in a region called the ventral tegmental area. The axons of these cells then branch extensively and reach many areas of the forebrain, including the prefrontal cortex, where their terminals release dopamine. In primates, the dopamine terminals are fairly evenly distributed throughout the layers, allowing dopamine to bind to receptors and then modulate excitatory and inhibitory transmission in both the input and output layers. Although there are many subclasses of dopamine receptors, the D1 family (which includes D1 and D5 receptors) has been most clearly implicated in working memory. These receptors are located on the spines and shafts of dendrites of excitatory cells and seem to reduce the transfer of excitation from the dendrites to the cell bodies, allowing only especially strong excitatory inputs to get through to the cell bodies and elicit excitation. Dopamine release in the prefrontal cortex also seems to facilitate GABA inhibition, possibly by way of presynaptic facilitation of transmitter release, leading to a further reduction of excitation through prefrontal circuits. Some of these effects appear to involve the triggering of protein kinase A in cells containing dopamine receptors. Integrating these findings, Amy Arnsten has proposed that dopamine participates in working memory by biasing cells to mainly respond to strong inputs and thereby focusing attention on active current goals and away from distracting stimuli." LeDoux, 2002, 189.

151. "the brain's 'pleasure' drugs": The dopamine system was being triggered in the now legendary story of the 1960s experiment that gave a rat the option

of stimulating a part of his brain by pushing a lever. As everyone knows, the rat happily gave up food and drink to push the lever all day, which led researchers to assume that the dopamine system was all about pleasure. But over time, brain scientists and psychologists began to wonder why people who had excess dopamine—schizophrenics, for instance—didn't seem particularly ecstatic. Slowly the theory of dopamine as reward accountant and motivator—rather than pleasure drug—began to emerge out of those reconsiderations. See Sejnowski and Quartz's excellent *Liars, Lovers, and Heroes* for more on this.

152. "pleasure accountant": "Just as brain stimulation reward was initially thought to be due to activation of pleasure centers, dopamine was believed to be the chemical of pleasure. However, as we've seen, the hedonistic (subjective pleasure) view of brain stimulation reward is incorrect, and the hedonistic interpretation of dopamine's role in reward is incorrect as well. For example, blockade of dopamine interferes with instrumental responses motivated by a sweet reward but does not alter the actual consumption of the tasty stuff when it is obtained—the animals still 'like' the reward when they consume it, but they are no longer motivated to work for it. Dopamine is thus more involved in anticipatory behaviors (looking for food or drink or a sexual partner) than in consummatory responses (eating, drinking, having sex). But being hungry or thirsty is unpleasant. Pleasure, to the extent it is experienced . . . would not come during the anticipatory state but instead during consumption. Since dopamine is involved only in the anticipatory phase, and not in the consummatory phase, its effects (at least in the case of primary need states) cannot be explained in terms of pleasure." LeDoux, 2002, 246.

152. " 'seeking' circuitry": "This system makes animals intensely interested in exploring their world and leads them to become excited when they are about to get what they desire. It eventually allows animals to find and eagerly anticipate the things they need for survival, including, of course, food, water, warmth, and their ultimate evolutionary survival need, sex. In other words, when fully aroused, it helps fill the mind with interest and motivates organisms to move their bodies effortlessly in search of the things they need, crave, and desire. In humans, this may be one of the main brain systems that generate and sustain curiosity, even for intellectual pursuits. This system is obviously quite efficient at facilitating learning, especially mastering information about where material resources are situated and the best way to obtain them. It also helps assure that our

bodies will work in smoothly patterned and effective ways in such quests." Panksepp, 52.

156. "British civil service": Ridley, 1999, 155.

157. "wider world": Shelley Taylor has some provocative thoughts on the way social inequality affects stress levels. ". . . social class hierarchies unravel the social fabric. Every relationship is put under strain and suffers as a result, from ties between parents and children to relations between coworkers and friends. When people simply do not have what they need to get by—and, at least as important, observe that others do—then social institutions and relationships become yet another source of strain, rather than the supportive resources they would otherwise be. These problems worsen as the gap between rich and poor widens, and people pay a high price to live in a society that tolerates these gaps. Sociologist Richard Wilkinson has shown that beyond a certain basic income, your health is influenced more by the gap between rich and poor than by your absolute income. One way to see this is by comparing the death rates of countries that have small gaps between the rich and poor with those that have large gaps. For example, Cuba and Iraq are both poor nations with an equivalent gross domestic product (per capita) of $3,100, but the gaps between rich and poor are much smaller in Cuba than in Iraq. Accordingly, people in Cuba live a full 17.2 years longer than people in Iraq. The United States is a much wealthier nation than Costa Rica, yet in Costa Rica, where income gaps are small, life expectancy is higher." Taylor, 184.

157. "long drama of human history": Economists have begun to explore the world of "rational choice" through the lens of brain science, and the historians can't be too far behind. One potential example: the role of dopamine and the brain's novelty system in the collective trauma that was 9/11. Most dramatic historical events arrive in one of two ways, both of which are unlikely to trigger a dopamine-modulated response. They arrive slowly, with a long lead time: the Vietnam War or the Watergate affair. The news builds over months or years, and in some sense it's the duration of the story that marks its importance. Other dramatic events have already happened by the time you hear of them: the *Titanic* has sunk, the *Challenger* has exploded. The news itself is shocking, of course, but what follows is all aftershock.

But think of the sequence on 9/11. A plane has crashed into the World Trade Center. Surprising news, to say the least. But then the shocking twist: a second plane hits. Then there's news of other planes that have stopped responding to air traffic control. Then a dark cloud

begins to billow out above the Pentagon. Then a fourth plane is missing somewhere over Pennsylvania. Then the south tower falls. Then the north.

The events of 9/11 came out of nowhere, but perhaps the most important thing was that they kept coming. Instead of turning on *The Today Show* to discover some startling event that had already run its course, we experienced an entire sequence of startling events, in real time. That sequence created, in a true sense, a global dopamine rush. If "the events of 9/11" had been instead a single event with more casualties—a solo plane topples a skyscraper directly, say—it's likely that the act would have had the same geopolitical ramifications. But I suspect it wouldn't have created the same psychic scars, the same flashbacks. The structure of the attack was perfectly designed to create the most searing memory possible in the human brain: mixing abject fear with repeated novelty.

It's interesting to note that the other epic I'll-never-forget-where-I-was trauma of the postwar era—the Kennedy assassination—followed a similar pattern: the President has been shot; then the President is dead; then his accused assassin is arrested; then the assassin is killed as well, on live TV. (On a more lowbrow note, the first few days of the O.J. saga unfolded in a comparable way.) Think of the scars and the fascination left by these events as the trace of dopamine written into our public history.

第6章　扫描你自己

158. "suffered a stroke": Orenstein, 105.
159. "musical information": "In most tests with normal individuals, musical abilities turn out to be lateralized to the right hemisphere. For example, in tests of dichotic listening, individuals prove better able to process words and consonants presented to the right ear (left hemisphere), while more successful at processing musical tones (and often other environmental noises as well) when these have been presented to the right hemisphere. But there is a complicating factor. When these, or more challenging tasks, are posed to individuals with musical training, there are increasing left hemisphere, and decreasing right hemisphere, effects. Specifically, the more musical training the individual has, the more likely he will draw at least partially upon the left hemisphere mechanisms in solving a task that the novice tackles primarily through the use of right hemisphere mechanisms." Gardner, 119.

161. "appreciation of music": There have been a number of fascinating studies into the intricacies of birdsong. "There are nine thousand bird species, and song learning arises in only three of the twenty-seven major avian groups—parrots, hummingbirds, and oscines. Within this elite class of vocal learners, there are species differences in style of singing and in the details of the learning process. For some, such as the white-crowned sparrow and zebra finch, only one song dialect is learned during early development and then precisely reproduced during each mating season. Others, such as canaries and warblers, create new song variants each season in much the same way that Wagner created thematic variations or leitmotivs during such operatic masterpieces as *The Ring*. In both single- and multiple-dialect species, different populations maintain long-lasting song traditions, themes passed down from generation to generation. The final class of song learners consists of the great mimics, species such as the mockingbirds, lyrebirds, and starlings. These species build an impressive repertoire of sounds, including songs from the local fauna as well as sounds from some of the inanimate objects in the vicinity. In the London area, a chaffinch learned to reproduce the ring of the British telephone company, and then appeared to use it as a prank to cause the master of the house to rush inside." Hauser, 118–19.

161. "musical chills": "Our overriding assumption is that ultimately our love of music reflects the ancestral ability of our mammalian brain to transmit and receive basic emotional sounds that can arouse affective feelings which are implicit indicators of evolutionary fitness. In other words, music may be based on the existence of the intrinsic emotional sounds we make (the animalian prosodic elements of our utterances), and the rhythmic movements of our instinctual/emotional motor apparatus, that were evolutionarily designed to index whether certain states of being were likely to promote or hinder our well-being. However, upon such fundamental emotional capacities, artists can construct magnificent cognitive structures of sound musical cultures that obviously go far beyond any simple affective or evolutionary concerns." Bernatzky and Panksepp, 2002.

161. "pleasure of parenting": "Jaak Panksepp thinks the emotion-tugging effect of certain types of music lies in its similarity to vocal (but not verbal) signals that carry emotional messages between animals. The tension-building sequence with delayed resolution that typically brings about the chilly spine feeling, for example, has features in common with the sounds made by infants—both human and animal—when they are parted from

their mothers. In animals these cries have been found to trigger a drop in oxytocin—the brain chemical most closely associated with parental bonding—and they also bring about a drop in the mother's body temperature. When the mother is reunited with her baby, the child responds by 'resolving' the cry—a vocal performance not dissimilar to closing a phrase of music with a satisfying final note. At the same time the mother's oxytocin level goes up, and her body becomes warmer. Women have been found to feel the tingle more keenly than men, which fits in neatly with this theory." Carter, 148.

163. "Joy Hirsch": interviews conducted in April and May of 2003.

179. "medial frontal gyrus": Interestingly, when the writer Stephen Hall conducted a similar experiment with Hirsch, there was comparable activity in the medial frontal gyrus, though his overall distribution of activity was different from mine.

结语　敞开的心智

186. "Eric Kandel": Kandel, 1999.

187. "obtain fresh pleasure": Freud, 1961, 8.

192. "belonging to the past": Freud, 1961, 19.

192. "conscious sense of self": "The unconscious, in the narrow meaning in which the word has been etched in our culture, is only a part of the vast amount of processes and contents that remain nonconscious, not known in core or extended consciousness. In fact, the list of the 'not-known' is astounding. Consider what it includes:

1. all the fully formed images to which we do not attend;
2. all the neural patterns that never become images;
3. all the dispositions that were acquired through experience, lie dormant, and may never become an explicit neural pattern;
4. all the quiet remodeling of such dispositions and all their quiet renetworking that may never become explicitly known; and
5. all the hidden wisdom and know-how that nature embodied in innate, homeostatic dispositions." Damasio, 1998, 228.

194. "With incest": "The issue can be drawn more sharply by distinguishing the two principal hypotheses that compete for the explanation of human

incest avoidance. The first is Westermarck's, which I will now summarize in updated language: People avoid incest because of a hereditary epigenetic rule of human nature that they have translated into taboos. The opposing hypothesis is that of Sigmund Freud. There is no Westermarck effect, the great theoretician insisted when he learned of it. Just the opposite: Heterosexual lust among members of the same family is primal and compelling, and not forestalled by any instinctive inhibition. In order to prevent such incest, and the consequent disastrous ripping apart of family bonds, societies invent taboos." Wilson, 178.

Evidence seems overwhelming that the prohibition against incest is a "human universal" and is thus somewhere grounded in our biology rather than being imposed on us by culture. Consider this amazing study of "minor marriages" in which "unrelated infant girls are adopted by families, raised with the biological sons in an ordinary brother-sister relationship, and later married to the sons. The motivation for the practice appears to be to insure partners for sons when an unbalanced sex ratio and economic prosperity combine to create a highly competitive marriage market. Across four decades, from 1957–1995, Wolf studied the histories of 14,200 Taiwanese women contracted for minor marriage during the late nineteenth and early twentieth centuries. The statistics were supplemented by personal interviews with many of these "little daughters-in-law," or *sim-pua,* as they are known in the Hokkien language, as well as with their friends and relatives. What Wolf had hit upon was a controlled—if unintended—experiment in the psychological origins of a major piece of human social behavior. The *sim-pua* and their husbands were not biologically related, thus taking away all of the conceivable factors due to close genetic similarity. Yet they were raised in a proximity as intimate as that experienced by brothers and sisters in Taiwanese households. The results unequivocally favor the Westermarck hypothesis. When the future wife was adopted before thirty months of age, she usually resisted later marriage with her de facto brother. The parents often had to coerce the couple to consummate the marriage, in some cases by threat of physical punishment. The marriages ended in divorce three times more often than "major marriages" in the same communities. They produced nearly 40 percent fewer children, and a third of the women were reported to have committed adultery, as opposed to about 10 percent wives in major marriages. In a meticulous series of cross-analyses, Wolf identified the key inhibiting factor as close coexistence during the first thirty months of life of either or both of the partners. The

longer and closer the association during this critical period, the stronger the later effect. Wolf's data allow the reduction or elimination of other imaginable factors that might have played a role, including the experience of adoption, financial status of the host family, health, age at marriage, sibling rivalry, and the natural aversion to incest that could have arisen from confusing the pair with true, genetic siblings. Wilson, 175.

195. "Eric Kandel points out": Kandel, 1999, 59.

198. "so many voices in our heads": The "fragmented self" is one of several key points of congruence between cognitive neuroscience (and evolutionary psychology) and postmodern cultural theory. (The "decentered," "multiplicitous" subject is a fundamental category in the latter tradition, thanks to the influence of theorists like Jacques Derrida, Gilles Deleuze, and Julia Kristeva.) Unfortunately, neither the brain scientists nor the cultural theories seem capable of being in the same room without hurling epithets at each other. The brain scientists think the cultural theorists are interested only in undermining the empirical claims of science and questioning "truth-claims" at every turn, and the cultural theorists have largely been uninterested in having brain science shed any light on their theories of subjectivity. That's a loss for both camps, in my opinion.

198. "repressed wishes": "The UCLA psychologist Robert Bjork and his colleagues have argued persuasively that such directed-forgetting effects are sometimes attributable to the form of blocking known as retrieval inhibition. Such inhibition can be "released" when we encounter sufficiently powerful cues that lead us to reexperience an event in the way that we did initially. Perhaps JR consciously attempted to avoid retrieving memories of his encounter with the priest and, thus, over a long period of time, successfully inhibited access to them. The potent triggers contained in the movie may have elicited emotions like those JR felt during the initial experience, allowing him to overcome the inhibition. Concepts such as "retrieval inhibition" inevitably call to mind the Freudian notion of repression. Is retrieval inhibition simply a code word for Freud's old idea, which has been maligned because it lacks experimental support? Not really. Freud's concept of repression entails a psychological defense mechanism that is inextricably bound up with attempts to exclude emotionally threatening material from conscious awareness. But in modern discussions by such theorists as Bjork and Anderson, retrieval inhibition is a far more ubiquitous construct that applies to both emotional and nonemotional experiences." Schacter, 83.

198. "Darwinian ecosystem": "Perhaps the most vocal contemporary practi-

tioner of neural selectionism is Gerald Edelman, who like Jerne received a Nobel Prize for his work on the immune system. In *Neural Darwinism*, Edelman argued that synapses in the brain, like animals in their environments, compete to stay alive. Synapses that are used compete successfully and survive, while those that are not used perish. According to Edelman, 'The pattern of neural circuitry . . . is neither established nor rearranged instructively in response to external influences.' External influences, instead, select synapses by initiating and reinforcing certain patterns of neural activity that involve them." LeDoux, 2002, 72–73.

203. "neurochemical argument for savoring": "Though researchers have not elucidated the cellular biology of pleasure, theoreticians have given a good deal of thought to anhedonia. The modern reformulation of the concept began in the middle 1970s, when Paul Meehl, a psychologist at the University of Minnesota, published a critique of the prevailing psychoanalytic understanding of hedonic capacity. Meehl stepped back and looked from a distance at the Freudian view of psychological aberration. Freud assumed that all people strive for pleasure, and what distinguishes people are the forces that impede the striving. (To be fair, Freud also thought people differed in the strength of their drives, but that aspect of his thinking was never well elaborated.) The essence of psychoanalysis is the removal of defenses and resistances—various impediments to effective behavior and a full emotional life.

"Meehl considered the impedance of drives to be only half a theory. Yes, people might come to mental illness through fear of various negative consequences; but why should they equally not come to it through the absence of positive reinforcers? His own observation led him to believe that, 'just as there are some organisms impeded by fear, so there are other organisms whose fears are insufficiently softened, attenuated, or, I may even say, impeded by adequate pleasure.'" Kramer, 228–29.

204. "left-brain, right-brain split": "Many a myth has grown up around the brain's asymmetry. The left cerebral hemisphere is supposed to be the coldly logical, verbal, and dominant half of the brain, while the right developed a reputation as the imaginative side, emotional, spatially aware but suppressed. Two personalities in one head, Yin and Yang, hero and villain. To most neuroscientists, of course, these notions are seen as simplistic at best and nonsense at worst. So there was general satisfaction when, a couple of years ago, a simple brain scanner test appeared to reveal the true story about one of neurology's greatest puzzles: exactly what is the difference between the two sides of the human brain? Fortunately, or

unfortunately, depending on how you like your theories, the big picture revealed by that work is proving far less romantic than the logical-creative split, intriguingly complex and tough to prove." McCrone, 2000.

204. " 'triune brain' ": Edelman has a two-part rendition of this model, where the brain stem and the limbic system are considered as a single unit. He also places an important stress on the different speeds of communication prevalent in the two systems: "There are, grossly speaking, two kinds of nervous system organization that are important to understanding how consciousness evolved. These systems are very different in their organization, even though they are both made up of neurons. The first is the brain stem, together with the limbic (hedonic) system, the system concerned with appetite, sexual and consummatory behavior, and evolved defensive behavior patterns. It is a value system; it is extensively connected to many different body organs, the endocrine system, and the autonomic nervous system. Together, these systems regulate heart and respiratory rate, sweating, digestive functions, and the like, as well as bodily cycles related to sleep and sex. It will come as no surprise to learn that the circuits in this limbic–brain stem system are often arranged in loops, that they respond relatively slowly (in periods ranging from seconds to months), and that they do not consist of detailed maps. They have been selected during evolution to match the body, not to match large numbers of unanticipated signals from the outside world. These systems evolved early to take care of bodily functions, they are systems of the interior.

"The second major nervous system organization is quite different. It is called the thalamocortical system. (The thalamus, a central brain structure, consists of many nuclei that connect sensory and other brain signals to the cortex.) The thalamocortical system consists of the thalamus and the cortex acting together, a system that evolved to receive signals from sensory receptor sheets and to give signals to voluntary muscles. It is very fast in its responses (taking from milliseconds to seconds), although its synaptic connections undergo some changes that last a lifetime. As we have seen, its main structure, the cerebral cortex, is arranged in a set of maps, which receive inputs from the outside world via the thalamus. Unlike the limbic–brain stem system, it does not contain loops so much as highly connected layered local structures with massively reentrant connections." Edelman, 1992, 117.

205. "limbic system": LeDoux gives a cautious endorsement to Maclean's model while questioning the accuracy of the limbic system itself in his most recent book, *Synaptic Self.* "Although the limbic system theory is

inadequate as an explanation of the specific brain circuits of emotion, Maclean's original ideas are insightful and quite interesting in the context of a general evolutionary explanation of emotion and the brain. In particular, the notion that emotions involve relatively primitive circuits that are conserved throughout mammalian evolution seems right on target. Further, the argument that cognitive processes might involve other circuits, and might function relatively independent of emotional circuits, at least in some circumstances, also seems correct. These functional ideas are worth preserving, even if we ultimately abandon the limbic system as an anatomical theory of the emotional brain." LeDoux, 2002, 212. Others continue to see the limbic system as a useful category: "To a certain extent, the idea of this conglomerate of regions as the regulator of emotion has been borne out. In many cases, damage to the limbic system results in inappropriate emotion. For example, Klüver-Bucy . . . syndrome occurs when a certain part of the limbic system, the amygdala . . . is damaged. Patients exhibit a high sexual drive, directed not so much toward a prospective partner as toward anything around them, even inanimate objects. Along similar lines, removal of another region, the cingulate cortex . . . in experimental animals results in 'sham' rage—a pattern of behavior that contains all the outward features of a genuine, infuriated state but that occurs for no obvious reason." Greenfield, 4.

206. "damage to their emotional centers": "Now let me submit that a [purely rational decision-making strategy] is not going to work. At best, your decision will take an inordinately long time, far more than acceptable if you are to get anything else done that day. At worst, you may not even end up with a decision at all because you will get lost in the byways of your calculation. Why? Because it will not be easy to hold in memory the many ledgers of losses and gains that you need to consult for your comparisons. The representations of intermediate steps, which you have put on hold and now need to inspect in order to translate them in whatever symbolic form required to proceed with your logical inferences, are simply going to vanish from your memory slate. You will lose track. Attention and working memory have a limited capacity. In the end, if purely rational calculation is how your mind normally operates, you might choose incorrectly and live to regret the error, or simply give up trying, in frustration." Damasio, 1995, 172.

206. "heartbeat to heartstrings to heartless": Wilson, 106.

210. "after her recovery": Freud, 1954, 244.

213. "the shape of South America": Pinker, 2002, 80–81.

参考文献

Adolphs, Ralph. "Neural Systems for Recognizing Emotion." *Current Opinion in Neurobiology* (2002).

Amini, Fari, Richard Lannon, and Thomas Lewis. *A General Theory of Love.* New York: Vintage, 2001.

Baron-Cohen, Simon. *Mindblindness: An Essay on Autism and Theory of Mind.* Cambridge, Mass., and London: MIT Press, 1999.

———. "The Extreme Male Theory of The Brain." *TRENDS in Cognitive Sciences* 6, no.6 (June 2002).

Baron-Cohen, Simon, ed. *The Maladapted Mind: Classic Readings in Evolutionary Psychopathology.* East Sussex, U.K.: The Psychology Press, 1997.

Blakemore, Sarah J., Daniel M. Wolpert, and Chris D. Frith. "Central Cancellation of Self-produced Tickle Sensation." *Nature Neuroscience* 1, no. 7. (1998).

Blood, A. J., and R. J. Zatorre. "Intensely Pleasurable Responses to Music Correlate with Activity in Brain Regions Implicated in Reward and Emotion." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 98, (2001): 11818–11823.

Blood, A. J., R. J. Zatorre, P. Bermudez, A. C. Evans. "Emotional Responses to Pleasant and Unpleasant Music Correlate with Activity in Paralimbic Regions." *Nature Neuroscience* 2 (2001): 322–27.

Calvin, William. *The Cerebral Code: Thinking a Thought in the Mosaics of the Mind.* Cambridge, Mass., and London, UK: MIT Press, 1996.

Carter, C. S. "Neuroendocrine Perspectives on Social Attachment and Love." *Psychoneuroendocrinology* 23 (1998): 779–818.

Carter, C., A. DeVries, and L. Getz. "Physiological Substrates of Mammalian Monogamy: The Prairie Vole Model." *Neuroscience Biobehavioral Review* 19 (1995): 303–14.

Carter, Rita. *Mapping the Mind.* California: University of California Press, 1998.

Clark, Andy. *Being There: Putting Brain, Body and World Together Again.* London and Cambridge, Mass.: MIT Press, 1997.

Damasio, Antonio. *Descartes' Error: Emotion, Reason, and the Human Brain.* New York: HarperCollins, 1994.

———. *The Feeling of What Happens.* New York: Harcourt, 1999.

Darwin, Charles. *The Expression of the Emotions in Man and Animals.* New York: Oxford University Press, 1998.

Dawkins, Richard. *Climbing Mount Improbable.* New York and London: W.W. Norton, 1996.

———. *The Extended Phenotype: The Long Reach of the Gene.* New York: Oxford University Press, 1982.

———. *Unweaving the Rainbow: Science, Delusion and the Appetite for Wonder.* London: The Penguin Press, 1998.

De Waal, Franz. *Chimpanzee Politics.* Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1982.

Dean, Katie. "Attention Kids: Play this Game." *Wired News,* December 19, 2000.

Dehaene, Stanislas, Michel Kerszberg, and Jean-Pierre Changeux. "A Neuronal Model of a Global Workspace in Effortful Cognitive Tasks." *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 95 (1998): 14529–14534.

Dennett, Daniel C. *Brainchildren: Essays on Designing Minds.* Cambridge, Mass.: MIT Press, 1998.

———. *Consciousness Explained.* Boston, Mass., London, and Toronto: Little, Brown, 1991.

Diamond, Jared. *Why Is Sex Fun?: The Evolution of Human Sexuality.* New York: Basic Books, 1997.

Donaldson, Margaret. *Children's Minds.* New York: W.W. Norton, 1978.

Dreher, J. C., and K. F. Berman. "Fractionating the Neural Substrate of Cognitive Control Processes." *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 99 (2002): 14595–14600.

Edelman, Gerald M. *Bright Air, Brilliant Fire: On the Matter of Mind.* New York: Basic Books, 1992.

———. "Building a Picture of the Brain." *Daedalus* 127 (Spring 1998): 37–69.

———. *Topobiology: An Introduction to Molecular Embryology.* New York: Basic Books, 1988.

Edelman, Gerald, and Giulio Tononi. *A Universe of Consciousness: How Matter Becomes Imagination.* New York: Basic Books, 2000.

Editors of *Scientific American. The Scientific American Book of the Brain.* New York: Lyons Press, 1999.

Freud, Sigmund. *Beyond the Pleasure Principle.* trans. James Strachey. New York: W. W. Norton, 1961.

——. "The Uncanny." *The Standard Edition.* Vol. XVII. trans. James Strachey. London: Hogarth Press, 1954.

Gardner, Howard. *Frames of Mind: The Theory of Multiple Intelligences.* New York: Basic Books, 1983.

Greenfield, Susan. *The Private Life of the Brain: Emotions, Consciousness, and the Secret of the Self.* London: John Wiley & Sons, 2000.

Guzeldere, Guven, and Stefano Franchi, eds. *"Bridging the Gap": Where Cognitive Science Meets Literary Criticism.* Stanford Humanities Review Supplement 4, no. 1 (spring 1994).

Hall, Stephen. "Journey to the Center of My Brain." *The New York Times Magazine,* July 1999.

Hauser, Marc D. *Wild Minds: What Animals Really Think.* New York: Henry Holt and Company, 2000.

Hoffman, Donald D. *Visual Intelligence: How We Create What We See.* New York and London: W.W. Norton, 1998.

Hofstadter, Douglas. *Gödel, Escher, Bach: An Eternal Golden Braid.* New York: Basic Books, 1979.

———. *Le Ton beau de Marot: In Praise of the Music of Language.* New York: Basic Books, 1997.

Horgan, John. *Rational Mysticism: Dispatches from the Border Between Science and Spirituality.* New York: Houghton Mifflin, 2003.

Hrdy, Sarah Blaffer, and Sue Carter. "Mothering and Oxytocin or Hormonal Cocktails for Two," *Natural History* (December 1995).

Humphrey, Nicholas. *A History of the Mind: Evolution and the Birth of Human Consciousness.* New York: Springer-Verlag, Copernicus Editions, 1992.

Huxley, Aldous. *The Doors of Perception and Heaven and Hell.* New York: HarperPerennial, 1963.

Insel, T. R., and L. J. Young. "Neurobiology of Social Attachment." *Nature Neuroscience Review* 2 (2001): 129–36.

James, Henry. *The Golden Bowl.* New York: Penguin Classics.

Kandel, Eric. "Biology and the Future of Psychoanalysis: A New Intellectual Framework for Psychiatry Revisited." *American Journal of Psychiatry* (1999), 156:4.

———. "A New Intellectual Framework for Psychiatry." *American Journal of Psychiatry* (1998): 155:457–69.

Kramer, Peter. *Listening to Prozac.* New York and London: Penguin Books, 1993.

LeDoux, Joseph. *The Emotional Brain.* New York: Touchstone, 1996.

———. *Synaptic Self: How Our Brains Become Who We Are.* New York: Penguin Putnam, 2002.

Lumer, E.D., G. M. Edelman, and G. Tononi. "Neural Dynamics in a Model of the Thalamocortical System. I. Layers, Loops and the Emergence of Fast Synchronous Rhythms." *Cerebral Cortex* 7 (1997): 207–27.

McCrone, John. " 'Right Brain' or 'Left Brain': Myth or Reality?" *The New Scientist* (2000).

McGaugh, J. L. "Memory: A Century of Consolidation." *Science,* 2000, 287, 248–51.

McGaugh, J. L., B. Ferry, A. Vazdarjanova, and B. Roozendaal. "Amygdala: Role in Modulation of Memory Storage." *The Amygdala: A Functional Analysis,* J. P. Aggleton, ed. London: Oxford University Press, 2000, 391–423.

McIntosh, Anthony Randal, M. Natasha Rajah, and Nancy J. Lobaugh. "Interactions of Prefrontal Cortex in Relation to Awareness in Sensory Learning." *Science,* 28 May 1999: 1531–1533.

Miller, E. K. "The Prefrontal Cortex and Cognitive Control." *Nature Review of Neuroscience* 1 (2000): 59–65.

Minsky, Marvin. *The Society of Mind.* New York: Touchstone, 1985.

Mithen, Steven. *The Prehistory of Mind: The Cognitive Origins of Art, Religion and Science.* London: Thames and Hudson, 1996.

Ornstein, Robert, and Richard Thompson. *The Amazing Brain.* Boston, Mass.: Houghton Mifflin, 1984.

Panksepp, J., E. Nelson, and M. Bekkedal. "Brain Systems for the Mediation of Social Separation-Distress and Social-Reward: Evolutionary Antecedents and Neuropeptide Intermediaries." *Annals of the New York Academy of Science* 807 (2001): 78–100.

Panksepp, Jaak. *Affective Neuroscience.* New York: Oxford University Press, 1998.

Panksepp, Jaak, and Gunther Bernatzky. "Emotional Sounds and the Brain: The Neuro-Affective Foundations of Musical Appreciation." *Behavioural Processes* 60 (2002): 133–55.

Penrose, Roger. *The Emperor's New Mind: Concerning Computers, Minds, and the Laws of Physics.* New York: Penguin Books, 1991.

Pert, Candace. *Molecules of Emotion.* New York: Simon & Schuster, 1999.

Pinchbeck, Daniel. *Breaking Open the Head: A Psychedelic Journey into the Heart of Contemporary Shamanism.* New York: Broadway Books, 2002.

Philips, William A., and Wolf Singer. "In Search of Common Foundations for Cortical Computation." *Behavioral and Brain Sciences* 20 (1997): 657–722.

Pinker, Steven. *The Blank Slate.* London: Penguin Books, 2002.

———. *The Language Instinct: How the Mind Creates Language.* New York: HarperPerennial, 1994.

Provine, Robert R. *Laughter: A Scientific Investigation.* New York: Penguin Books, 2000.

Quartz, Steven R., and Terrence J. Sejnowski. *Liars, Lovers, and Heroes: What the New Brain Science Reveals About How We Become Who We Are.* William Morrow, New York, 2002.

Restak, Richard. *Brainscapes: An Introduction to What Neuroscience Has Learned About the Structure, Function, and Abilities of the Brain.* New York: Hyperion, 1995.

———. *Mozart's Brain and the Fighter Pilot.* New York: Harmony Books, 2001.

Ridley, Matt. *Genome: The Autobiography of a Species in 23 Chapters.* New York: HarperCollins, 1999.

———. *The Origins of Virtue,* New York: Penguin Putnam, 1996.

Rizzolatti, Giacomo, and Michael Arbib. "Language within Our Grasp." *Trends in Neurosciences,* 21 (1998): 188.

Sacks, Oliver. *An Anthropologist on Mars.* New York: Vintage Books, 1995.

Sagan, Carl, and Ann Druyan. *Shadows of Forgotten Ancestors.* New York: Ballantine Books, 1992.

Schacter, Daniel L. *Searching for Memory: The Brain, the Mind and the Past.* New York: Basic Books, 1997.

———. *The Seven Sins of Memory.* New York: Houghton Mifflin, 2001.

Sime, Wes, Thomas W. Allen, and Catalina Fazzano. "Optimal Functioning in Sport Psychology: Helping Athletes Find Their 'Zone of Excellence.'" *Biofeedback,* Spring 2001.

Stern, D. "The process of therapeutic change involving implicit knowledge: some implications of developmental observations for adult psychotherapy." *Infant Mental Health Journal* 19 (1998): 300–308.

Storr, Anthony. *Music and the Mind.* New York: The Free Press, 1992.

Taylor, John. *The Race for Consciousness.* Cambridge, Mass., and London: MIT Press, 1999.

Taylor, Shelley E. *The Tending Instinct.* New York: Henry Holt and Company, 2001.

Uvnäs-Moberg, Kerstin. "Oxytocin May Mediate the Benefits of Positive Social Interactions and Emotions." *Psychoneuroendocrinology,* 23, no. 8 (1998): 927–44.

Varela, Francisco, Evan Thompson, and Eleanor Rosch. *The Embodied Mind: Cognitive Science and Human Experience.* Cambridge, Mass., and London: MIT Press, 1993.

Vittorio, Gallese, and Alvin Goldman. "Mirror Neurons and the Simulation Theory of Mind-Reading." *Trends in Cognitive Sciences* 2 (1998): 493.

Wilson, Edward O. *Consilience: The Unity of Knowledge.* New York: Random House, 1998.

———. *Sociobiology* (abridged ed.). Cambridge, Mass., and London: Harvard University Press, 1980.

Woolf, Virginia. *Mrs. Dalloway.* New York: Harvest, 1981.

Wright, Robert. *The Moral Animal: Why We Are the Way We Are: The New Science of Evolutionary Psychology.* New York: Random House, 1994.

———. *NonZero: The Logic of Human Destiny.* New York: Pantheon Books, 2000.

意识现代科学代表人物 **朱利奥·托诺尼** 创新力作

将科学、艺术与想象融为一炉 媲美《哥德尔、埃舍尔、巴赫：集异璧之大成》



脑科学研究专家 **唐孝威院士**

意识领域知名学者、浙江大学 **李恒威教授** 撰文推荐



PHI

从脑到灵魂的旅行

[美] 朱利奥·托诺尼（Giulio Tononi）著 林旭文 译

PHI A Voyage from the Brain to the Soul



机械工业出版社
China Machine Press

PHI：从脑到灵魂的旅行

PHI：A Voyage from the Brain to the Soul

（美）托诺尼（Tononi，G.）　著

林旭文　译

ISBN：978-7-111-48572-8

本书纸版由机械工业出版社于2015年出版，电子版由华章分社（北京华章图文信息有限公司，北京奥维博世图书发行有限公司）全球范围内制作与发行。

版权所有，侵权必究

客服热线：+ 86-10-68995265

客服信箱：service@bbbvip.com

官方网址：www.bbbvip.com

新浪微博 @言商书局

腾讯微博 @bbb-vip

目录

赞誉

推荐序一

推荐序二

前言

开场白

第1章 伽利略之梦

第一部分 证据：自然实验

第2章 导论

第3章 大脑

第4章 小脑

第5章 两位盲人画家

第6章 闭锁的脑

第7章 失去记忆的意识

第8章 分裂的脑

第9章 矛盾的脑

第10章 着魔的脑

第11章 睡着的脑

第二部分 理论：思想实验

第12章 导论

第13章 伽利略与光电二极管

第14章 各种各样的信息

第15章 伽利略与相机

第16章 整合信息：多与一

第17章 伽利略与蝙蝠

第18章 看到黑暗：解构黑暗

第19章 黑暗的意义：建构黑暗

第20章 亮光宫殿

第21章 感受质花园

第三部分 意蕴：意识的宇宙

第22章 导语

第23章 夜幕降临之一：死亡

第24章 夜幕降临之二：痴呆症

第25章 夜幕降临之三：忧伤

第26章 黎明之一：意识的减弱

第27章 黎明之二：意识的进化

第28章 黎明之三：意识的发展

第29章 白昼之一：探索意识

第30章 白昼之二：想象意识

第31章 白昼之三：发展意识

收场白

第32章 伽利略的最后三个梦

结束语

第33章 研究问题

致谢

赞誉

你可能会赞同，也可能不会赞同朱利奥·托诺尼关于脑如何产生意识的观点。但是，有一点你肯定会同意：这本书令人心智愉悦。

——安东尼奥·达马西奥，世界著名神经科学家，

著有《笛卡尔的错误：情绪、推理和人脑》

（Descartes’Error：Emotion，Reason，and the Human Brain）

朱利奥·托诺尼的思维大胆、独特，他提出了一种新的重要的意识理论。在这本书中，托诺尼融合了戏剧文学、视觉艺术、隐喻修辞来阐述其科学见解。全书以虚构的对话形式展开，记述了伽利略与弗朗西斯·克里克、艾伦·图灵以及其他一些20世纪重要的思想家之间的对话。托诺尼成功地运用这种令人惊奇的、大胆的文学手法，阐述他在神经科学领域的深刻见解。

——奥利佛·萨克斯，20世纪最伟大的医学作家，

著有《错把妻子当帽子》

（The Man Who Mistook His Wife for a Hat：And Other Clinical Tales）

这本读起来像小说的精彩无比的书，其实是一本关于意识以及意识从何而来的入门书。阅读这本书，刚开始很兴奋，进而觉得充满挑战，最后发人深思。朱利奥·托诺尼以其神奇的想象力探索思维、知觉、情感的起源。了解大脑与小脑的不同之处，听上去并不怎么有趣；但是你还可以在这本书中遇到用粗俗的拉丁语大声嚷嚷的胖修士，美艳绝伦的仙

女，骑着单轮脚踏车、神秘的、玩杂耍的人。我一直为自己是一个有意识的、有感知能力的生命体而骄傲，读了这本书，我开始明白这句话的真实含义！

——列纳德·蒙洛迪诺，

著有《潜意识：控制你行为的秘密》

（Subliminal：How Your Unconscious Mind Rules Your Behavior）

既幽默又充满哲理，这本放肆的书以独特的方式说明了意识起源的问题……这本书给人视觉上的愉悦，读起来也令人印象深刻，它内含丰富的艺术作品和文学引用，说明了艺术和科学完全可以是互补的。

——《出版家周刊》，星级图书评论

（Publishers Weekly，starred review）

一个令人兴奋的原创故事，讲述一个科学家理解大脑如何产生意识的探索过程……这是一次有挑战性的、有益的阅读，它无疑会改变你的意识。

——《柯克斯书评》（Kirkus Reviews）

托诺尼推动了意识的研究……本书使用了丰富的绘画作品和科学图片，行文富有诗意，大胆地推测和衡量关于“生命的意义”的问题。在意识研究的漫长职业生涯中，托诺尼一直在思考这些问题。这本书是脑和心智复杂性的迷人颂歌。

——《波士顿环球报》（Boston Globe）

推荐序一

意识问题是当代自然科学最基本和最困难的问题之一。近年来，由于实验技术的发展，用自然科学方法研究和认识意识的任务已经提到科学研究的日程上来。

意识问题涉及广泛的学科领域。从神经生物学的角度看，意识研究的问题之一是，产生意识的神经机制是什么，也就是要回答：主观意识体验是怎样由脑内神经网络产生的？这是一个激起人类理智好奇的有趣问题。

脑和心智非常复杂，具有多个层次和多个维度，需要从脑和心智的不同层次的各种成分的特性和相互作用，从它们与身体、环境和社会的相互作用，从它们的集成过程和层展现象等方面，来对意识进行研究。

意识研究不但有基本的理论意义，而且有重要的应用价值。世界最宝贵的是人，人最宝贵的是意识。人们开始重视意识与健康、意识与教育、意识与创新、意识与社会等实际问题的研究。这些应用研究的成果将造福于人类。

机械工业出版社组织翻译当代外国科学家关于意识的著作，以“意识与脑”为主题出版一系列图书。这些书有助于广大读者了解外国意识研究的现状，了解国外不同学科的科学家对意识的种种见解，并提出自己的分析和讨论。

中华民族走向世界，为世界文明做出贡献。在脑和心智的领域中，我们要对意识问题进行长期的、系统的研究，在继承中华文化和在自己研究的基础上，借鉴国外的发展，建构比较全面的意识研究框架。

意识问题是脑科学、心理学、生物学、医学、物理学、化学、信息科学、认知科学、计算机科学、哲学等许多学科交叉研究的课题，需要不同学科的科学家参与，综合运用多学科的手段进行研究。愿我们为解开意识之谜而共同努力。

唐孝威

浙江大学物理系/语言与认知研究中心

推荐序二

“我思，故我在。”笛卡尔用他的怀疑程序强有力地“证明”：有意识的思维或感受是一个自明的、强硬的、不可置疑的事实。然而，从理智的——无论是哲学的还是科学的——角度看，意识这个确定的事实仍然是一个巨大的谜！意识之谜的吊诡之处在于：它因意识本身而被提出，而如果它能被理解和解决，也必须凭依有意识的理智本身。也许我们应该在意识之谜面前驻足片刻，去体会一下它的独特韵味：有意识的体验好比是宇宙漫长演化中的一道曙光，尽管它还闪烁不定，但它第一次将曾经漫无边际的无意识的黑暗世界的一隅照亮，然后慢慢扩大，并最终明白自己就诞生在那个被它照亮的宇宙中。那么，到底是意识在宇宙中，还是宇宙在意识中？这是一个“庄生晓梦迷蝴蝶”般的谜题。让我们暂时搁置这个玄思，回到当代理智的意识研究。

英国心理学家威尔曼斯（Max Velmans）在《理解意识》（Understanding Consciousness）这本名著中提出意识的科学–哲学研究的5组问题：

问题1　意识是什么，它位于何处？

问题2　如何理解意识与物质之间的因果关系，尤其是意识与脑之间的因果关系？

问题3　意识有什么功能？例如，它与人的信息加工过程的关系是怎样的？

问题4　与意识相关联的物质形式是什么，尤其是大脑中意识的神经基质（substrates）是什么？

问题5　检测意识，发现其本性的最恰当方式是什么？哪些特征能够以第一人称方法进行检测，哪些需要用第三人称方法，以及第一人称与第三人称方法的发现如何彼此相关？

换一个角度，关于意识的哲学–科学研究，我们也可以将它分为4个层次：

层次1　广义现象学：意识是一个唯有第一人称才可通达的现象，因此，作为一个现象，“意识是什么”的问题必须首先由第一人称的体验来揭示，它包括日常的体验、内省和反思、现象学的体验和反思、东方传统中的止观等。

层次2　形而上学：心与身相关，但心与身处于何种相关关系呢？这是一个根本的形而上学问题，它关乎人究竟以何种方式存在，就这个意义而言，它是意识研究中真正的“难问题”。在这个问题上，存在多种版本的一元论或二元论的解释。如果这个问题不能得到恰当理解，意识之谜就无望真正被解决。

层次3　自然科学：意识与身–脑紧密相关，这是意识科学研究的基础。苏珊·格林菲尔德（Susan Greenfield）说：“人脑是个难以捉摸的器官。由我们未知的原因它产生了情绪、语言、记忆和意识。它给予我们推理、创造和直觉力。它是唯一能自我观察的器官，而且沉思它的内在工作。”与意识的自然科学研究相关的一些核心问题是：与意识体验相关的神经基质是什么？或者说意识的神经机制或神经相关物（NCC）是什么？无意识心智活动与有意识心智活动之间神经表征的差别是什么？为什么分布式的、时序上有先后的神经网络的活动会最终显现为一个统一的意识体验？

层次4　方法论：从第一人称角度，我们拥有体验；从第三人称角

度，我们拥有的是关于特定体验或体验类型的脑运行的知识。也许一个恰当的方法论态度是将第一人称方法和第三人称方法看成是互补的。

在当代，我们可以看到，不同背景的学者在上述所有层面上开展着如火如荼的研究，其间夹杂着激烈的对话、争锋和谨慎的整合。这里有悲观主义者——意识之谜是不可解的；有独断论者——意识就是颅内那一团布满皱褶的物质，意识、自我还有自由意志都是错觉；也有谨慎乐观的未来主义者——理智自己提出的一切合乎理性的问题都可以在理智的未来进步和科学的未来发展中得到解决或判定。

这是一个意识研究的大合唱时代，也是百舸争流的时代，科学勇往直前，而哲学会不时表现出一丝忧虑。然而，不论是什么态度或心情，如果人类还想最终获得一个合乎逻辑的一致且全面的意识理论，那么无论是有此理论抱负的研究者还是一般公众，都有必要博采兼容意识研究的多元的进路、思想和观点。为此，我们很高兴看到机械工业出版社以“意识与脑”为主题译介当代最新意识研究的成果和思想，汇成系列，希望这些工作能有助于推动国内科学界和哲学界对意识研究的关注，培育意识研究的学术氛围以及凝聚意识研究的学术共同体。

李恒威

浙江大学哲学系/语言与认知研究中心

前言

每天晚上睡着后，如果没有做梦，我们的意识会逐渐消失。与此同时，每个人的内心世界，包括人与物、颜色与声音、快乐与痛苦、思想与感觉，甚至是自我，也会逐渐消失，直到我们醒来或开始做梦，意识才会恢复。

意识是什么？意识如何与周围世界相联系？意识由什么组成，如何在脑内产生？科学能解释意识吗？或许能，但是意识并不只是被科学所涵盖的一个对象，因为意识不仅是科学研究的客体，还是科学研究的主体。

接下来要讲的故事是关于一位老科学家——伽利略的探寻意识之旅。伽利略在他那个时代使人们的观察重点从大自然转移，从而开辟了一条科学客观性的道路。或许这就是他重新观察自然，使主观性成为科学一部分的原因；或许因为伽利略是一位思想实验大师（这本书会运用很多思想实验）。

伽利略在旅途中碰到不少人，包括他生活的那个时代的人以及其他时代的人，获取了很多经验，思考了很多，有时候他也不清楚自己究竟是醒着还是在做梦。每一章都在前面内容的基础上做出评论，伽利略的知识也逐渐增长。在第一部分，伽利略学到了有关意识和脑的知识：为什么脑的某些部位很重要，而其他部位并不重要；为什么睡着时会逐渐失去意识。在第二部分，伽利略通过一种意识科学理论，明白了如何将第一部分学到的知识统一起来。这种科学理论将意识与Φ相联系，Φ是整合信息符号，也是这本书的书名。在第三部分，伽利略认识到这个理论蕴含的某些意义，明白了这些意义与我们每个人都息息相关，因为意

识是我们拥有的一切，是我们存在的根本。伽利略认识到，每一种经验都是由整合信息形成的独特的、不可分割的形状，这是一种理解的形状。而且，这是唯一真实的形状，是最真实的存在。读者可以自己判断这位老人的想法是否有道理。

每一章结尾的注解，旨在阐明正文中的某些内容，并且列出文中内容的出处（一些图片和引文被作者改动过）。如果有人对书中提到的类似的科学理论感兴趣，可以查阅发表在《生物学通报》（Biological Bulletin，2008）上的文章——《作为整合信息的意识》（Consciousness as Integrated Information），以及这篇文章所列出的参考资料。书中一些想法、图片、引文在我之前的作品中已经出现过（似乎某些人一辈子只能写同样的东西）。

开场白

第1章　伽利略之梦

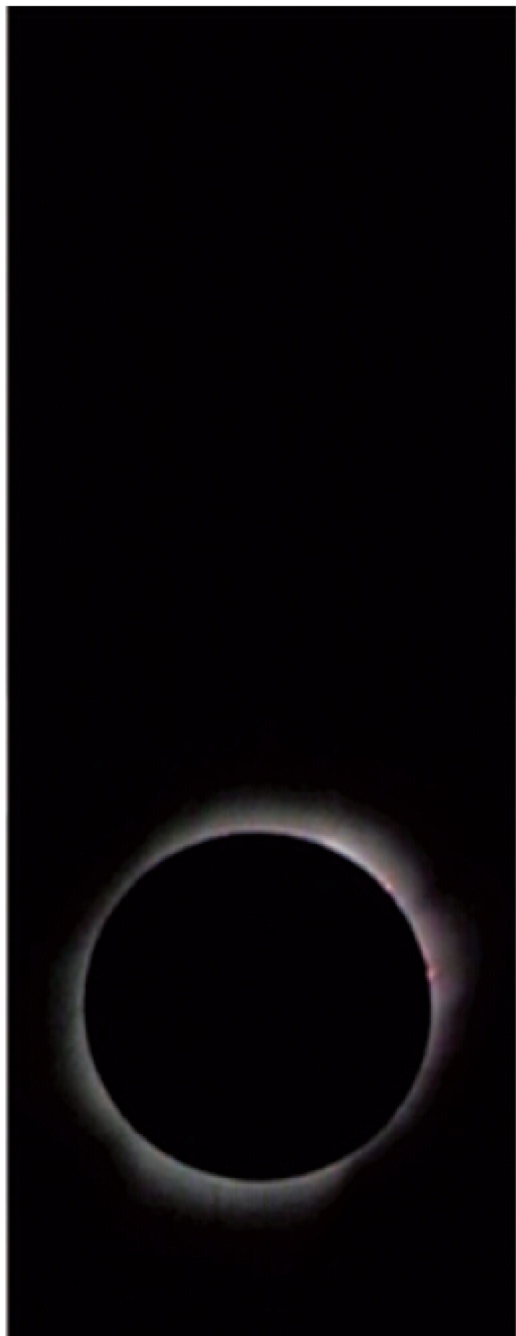


梦中

他在一片黑暗中漂荡

不知缘何在此

不知来自何处



他环顾四周，一片漆黑。他的灵魂在急速上升，也许是在急速下降（此时他分不清方向）。灵魂一转身，看到了很多星星。远处有很多星系，行星在冷漠的宇宙中转动。地球也在转动，但没看到太阳。

黎明来临了。地球呈现半月形，朦朦胧胧，一面朝向日出，一面朝向日落。伽利略离地球越来越近，他看到清晨柔和的光掠过最高的山脊，山谷中的阴影慢慢退去。很快地，阳光照到最高的树端。他看到小时候待过的修道院掩映在一片树林中，曾经属于他的那块小小的土地在迎接他这位客人。



他在半空中盘旋了一会，溜进自己曾经待过的房间。他的灵魂在床上方飘荡，看到了床上的自己：闭着眼睛，半张着嘴——这是一张老人的脸。然而，他的灵魂却是轻盈的，不受肉体的束缚。

他的肉体（b-o-d-y）！他能够看到组成“肉体”这个单词的字母：

进入舞台右侧，游游荡荡，

然后很快启程。

多么像镶着黑圈的小月亮，

o计划着从b到d的路程，

y在敲舞台的门，却没有回应。



灵魂将耳朵贴到肉体的胸口，倾听心跳声。心脏如何能够一辈子持续跳动？没有一种机器能够这样毫无障碍地一直运作。伽利略想：不要去问心脏是否会停止跳动，而要问心脏何时会停止跳动。

他倾听自己的呼吸声。有一阵子，看着身体内的“风箱”在冒气、喘息，一呼一吸，他不禁会想：体内还剩下多少气息。接着他又想道：不要想这个问题了，因为气息很快就会漏完，就像每个气球都会漏气。



忽然，一阵气流将伽利略的灵魂使劲地吹向他的体内。他感到灵魂被吸了进去，经过狭窄的鼻孔，进入到颅骨黑色的拱顶里面。

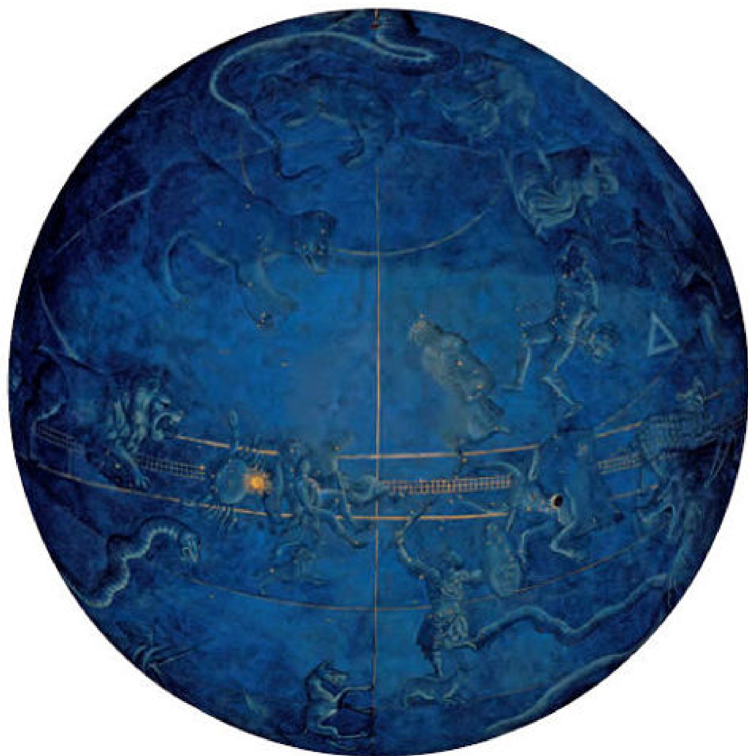
在颅骨内，他发现了另一片天空：颅骨的黑色天空。这里没有星星，但是灵魂一转身，看到了另一片大地。他在这片广阔的陆地上空飘移，看到一座座山，飞翔在山谷上空。另一个黎明景象出现了：山脊上和山谷里覆盖着茂密的树，可能是青春之树，他还曾在背阴的山谷学习关于自然和灵魂的知识。青春的气息在空气中飘荡，绵延起伏的山脉也在呼吸，脉搏在缓慢而柔和地跳动。然后他看清楚了：在他的灵魂下面那一片广阔的区域是脑：脑闪闪发亮，里面仿佛装着一个太阳。



他降落到地面，钻进脑内，在树林中，在树冠下，在脑的深处，他再次看到了修道院，以及修道院里一长排的小房间。他再次看到自己小时候待过的房间，看到一个男孩（小时候的伽利略）躺在床上，床的旁边是那把鲁特琴。男孩开始弹奏鲁特琴：他熟悉这首曲子。脑比天空还广阔。



他想：这个男孩也有一个脑，脑内装着另一个宇宙，是他年轻时拥有的广阔的绿色宇宙，而在这个宇宙内装着其他男孩以及他们的脑，每个人的脑内都装着自己的鲁特琴及正在升起的太阳。宇宙中有无数脑，每一个有生命的脑都像一颗燃烧的星星。



然而，每一个脑对于广阔的世界来说都是微不足道的。脑就像颤动的果冻，装在由骨头做成的杯子里，或者像是帽子下面盖着的一小块面包，又或者像一块浸泡过红酒的松软布丁——一拳头就可以将它打破。脑如何能装得下天空？



伽利略曾经以为，是脑将这个世界装扮得五彩绚烂，赋予世界以声音、味道、气味，让世界充满生气。但现在他觉得脑能做的不只是这些：脑想象并创造了所有的一切——鲁特琴、房间、山脉、恒星、行星，等等。

伽利略想，脑产生了现实中的一切：香蒲开花，松果落地，杜松结果。脑产生了大大小小的一切事物：雄蜂，海草，附近的草地以及远处的山峰。脑在燃烧、闪耀。它没有名字，只是属于某个人。

伽利略想：存在的一切就是可以被感知的一切。现实仅仅由纯粹的经验构成。脑可以装下一片天空，是因为脑能产生灵魂，灵魂一旦产生，一个宇宙也就诞生了。

接着他明白了：其实什么也没有产生，脑怎么能够产生灵魂？女人能够生孩子，这已经够神奇了。还有比这更神奇的吗？然而，孩子的脑

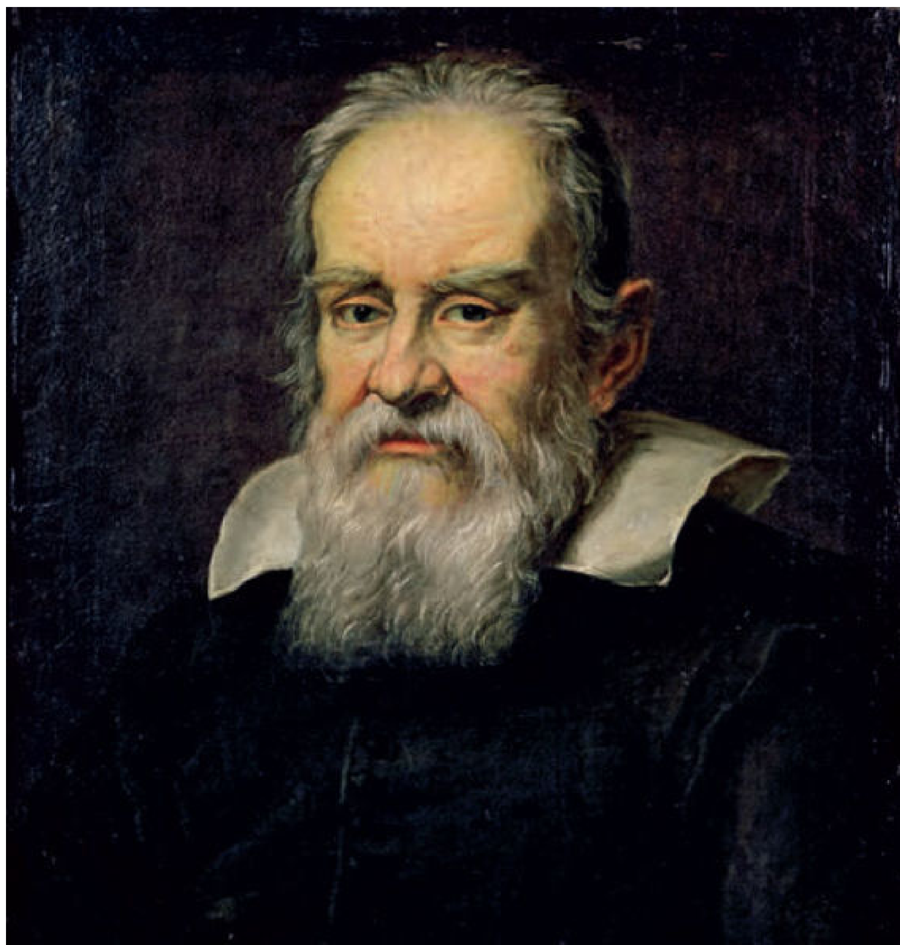
确实能够产生灵魂，产生意识：每次醒来或做梦的时候，脑都能产生意识。肉体的结合能够产生新的肉体，一个拥抱能够播下新的种子，这很神奇，但不算是奇迹。物质如何产生心智？这太神秘了，比一个完美无瑕的概念还神奇。这是不可能的，这是在挑战信仰。或许脑内有一个特殊的部分，像一个密室，意识就在这个神秘的地方产生。或许存在一个支点，在这里物质发生改变，不是像圣餐变体那样由面包变成基督的肉体，而是由脑变成灵魂。

或许吧。此时，伽利略的思绪断了。他的脑已经衰老，跟他花白的头发一样苍老。如果有一天他的脑停止运作，那么他的世界将会变成什么样子？如果他脑内的亮光熄灭了，黑暗会带走他对朋友、房子、家乡的一切记忆吗？他的记忆会永远消失吗？所有的人和物都会消失吗？如果一切都是由脑产生的，并埋藏在脑内，那么当一个人的脑死亡时，属于他的整个世界也会消失。

伽利略情绪低落，此时他听到远处传来了唱诗班的歌声，似乎在梦中对他说：

“脑很单调，它的中心部位很薄，阴影在那里聚集；灵魂想要的不只是一个居所，灵魂根本就不是一个点。”

伽利略乘着微风继续前行。或许唱诗班所唱的是对的，或许灵魂只是脑这座黑暗宫殿里的一位过客，只待几个晚上就离去。灵魂就像一个流浪者，不想安定下来，要像吉普赛人那样无拘无束地流浪，拥有自由的意志，不受物质的羁绊。



这时，他听到一个声音：“只有疯了才能得到自由。你想在脑内一堆缠绕的锁链中找到开启自由的钥匙吗？你想在颅骨内发臭腐烂的下水道中提炼出非物质的灵魂吗？”



声音来自一个坐在木椅上的男人，木椅悬挂在一个巨大的秤上。这个手拿温度计和钟摆的人是谁？伽利略忽然想到这个人是桑克托留斯（Sanctorius）医生。桑克托留斯毕生都在称重量，他认为所有事物都可以、也应该能够被称量出来。他借了伽利略的仪器，测量的不是天空和星球，而是人以及人的体液。他称量人的摄入物与排出物，发现两者不平衡，少了什么东西。他认为少的是体内的热气，热气悄悄地从皮肤的毛孔中蒸发，让身体变干。伽利略想：也许桑克托留斯发现了灵魂。

但是，桑克托留斯坐在悬挂的椅子上笑着说："你想弄明白灵魂到底是什么吗？只有通过测量才能知道。我测量了一辈子。让我告诉你我发现了什么。我称过三个人（其中有男有女）死前的体重与死后的体重，发现人死后体重没有减轻，一点儿都没有。人死后没有什么东西离开了身体，甚至连一点儿气体都没少。这个世上不存在灵魂的居所。伽利略，根本没有灵魂，有的只是身体，身体是一架涂满油脂的旧机器。"

不知从哪里又传来唱诗班的歌声：

"亮光就是灵魂，躲藏在脑内，似乎不存在，很难被发现；啊，灵魂，灵魂的重要性必定如上帝一般——灵魂根本不重要。"

注解

伽利略的作品没有记载这个难懂的梦——这个梦很可能是作者编造的。这也解释了为什么在所引用的詹姆斯·梅里尔（James Merrill）[1]的诗《肉体》（Body）中，有几句来自埃米莉·狄金森（Emily Dickinson）[2]被滥用的诗《脑》（The Brain），还有一句来自加布里埃·邓南遮（Gabriele D扐nnunzio）[3]的《中午》（Meriggio）。不管怎样，像大多数梦一样，这个梦融合了过去与现在、熟悉的事物与离奇的事物；梦中的场景瞬间转换，想法很少有连贯性，梦里的人与声音

（桑克托留斯和合唱团）不知从何处而来。飞翔和飘浮的感觉在梦中很寻常，尽管有时候伽利略像是在描述一种临近死亡的体验：如灵魂出窍以及进入完全黑暗领域的感觉。也许伽利略经历了短暂的心搏骤停：在梦中飞翔以及灵魂出窍的体验都是由太阳穴深处的脑区供血不足引起的。

伽利略这个梦的主旨很明显：探究意识（这里指灵魂，因为在梦中没有对灵魂和意识进行仔细区分）是否由脑产生的？如果是，脑如何产生意识？对这些问题，伽利略没有丝毫头绪。伽利略在《试金者》（The Assayer）一书中有一段著名的文字："关于感觉以及与之有关的东西，我知道得很少……因此我不作评论。"伽利略意识到自己对主体性的无知，因此明智地选择物体的客体性作为研究对象。人们通常认为伽利略将主体性从自然研究中排除出去，而代之以数学和测量，原因就在于此。然而在梦中，伽利略似乎有两种想法：意识究竟是由脑产生的（脑究竟如何做到这点），还是作为脱离肉体的灵魂而存在的？在《试金者》中，伽利略对物体的主体性与客体性有明确的区分："如果我们没有耳朵、舌头、鼻子，物体的形状、数目和运动仍然存在，但是我们无法感受到物体的气味、味道、声音。"但是，在梦中的伽利略像后来的乔治·贝克莱（George Berkeley）[4]和康德（Kant）[5]一样，开始怀疑所谓的客体性（实际上包括整个宇宙）是否也是意识的产物。毫无疑问，伽利略在这个问题上举棋不定。

下面对这部分的图画进行说明。海尔–波普彗星的照片是从哥伦比亚号航天飞机上拍摄的。1999年法国日全食图片由卢克·维雅托（Luc Viatour）拍摄（www.Lucnix.be）。瓦罗姆博洛萨修道院（伽利略曾在此学习和弹奏鲁特琴）的风景画是路易斯·高菲尔（Louis Gauffier）[6]的作品，现藏于蒙彼利埃法布尔博物馆。《鲁特琴演奏者》（The Lute

Player）是米开朗基罗·梅里西·达·卡拉瓦乔（Michelangelo Merisi da Caravaggio）[7]的画作，现藏于圣彼得堡埃尔米塔日博物馆。《灵魂在肉体上方盘旋》（The Soul Hovering over the Body）是威廉·布莱克（William Blake）[8]的作品，现藏于伦敦泰特美术馆。画有一个人的胸部和鼻孔的图画截取自安德烈亚·曼特尼亚（Andrea Mantegna）[9]的作品《死去的基督》（Dead Christ）。静物画《空虚》（Vinitas）是彼得·波埃（Pieter Boel）[10]的作品（经作者细微改动），现藏于法国里尔美术馆。佛罗伦萨的旧圣器室拱顶的画像是佩塞罗（Pesello）[11]的作品。伽利略年老时的画像是贾斯特斯·撒斯特曼斯（Justus Sustermans）[12]的作品，现藏于佛罗伦萨皮蒂宫。桑克托留斯在帕多瓦教授理论医学，在那里他遇到了伽利略。桑克托留斯改装了钟摆，用来测量脉搏，并发明了医用温度计。经过多年称量，他的确发现有水分通过人的皮肤蒸发出去。桑克托留斯坐在悬挂于秤杆上的椅子上面，正准备给自己称重量，这幅图画来自他的著作《医学统计方法》（1614）。20世纪初期，一个叫邓肯·麦克杜格尔（Duncan MacDougall）的美国医生用类似桑克托留斯用的秤来称六位病人断气前和断气后的体重。他声称自己用科学的方法证明了灵魂的存在，而且灵魂可以被称量出来。他将同样的方法运用到垂死的狗身上，得到相反的结果：狗的重量在死前和死后没有变化。

[1] 詹姆斯· 梅里尔（1926—1995），美国诗人，1977 年以《神圣的喜剧》（Divine Comedies）获普利策诗歌奖。——译者注

[2] 埃米莉·狄金森（1830—1886），美国女诗人，创作甚丰，给世人留下近1800首诗作。狄金森的诗歌在形式上富于独创性，多以死亡和永恒为主题。——译者注

[3] 加布里埃·邓南遮（1863—1938），意大利诗人、小说家、剧作家。——译者注

[4]　乔治·贝克莱（1685—1753），也被称作贝克莱主教，爱尔兰哲学家，英国近代经验主义的代表人物，著有《视觉新论》、《人类知识原理》。——译者注

[5] 康德（1724—1804），德国古典哲学创始人，其学说对西方近代哲学产生深刻影响。最重要的著作是他的“三大批判”，即《纯粹理性批判》、《实践理性批判》、《判断力批判》。——译者注

[6]　路易斯·高菲尔（1762—1801），法国画家，前期作品以历史画为主，后改画风景画。——译者注

[7]　米开朗基罗·梅里西·达·卡拉瓦乔（1571—1610），意大利画家，其作品具现实主义风格，对巴洛克画派的形成有重要影响。——译者注

[8] 威廉·布莱克（1757—1827），英国诗人、画家，浪漫主义文学的代表人物。——译者注

[9]　安德烈亚·曼特尼亚（1431—1506），意大利画家，擅长运用透视法，代表作有《婚礼堂》、《圣母升天》。——译者注

[10]　彼得·波埃（1626—1674），佛兰德人，画家，擅长静物画和动物画。——译者注

[11] 佩塞罗（1367—1446），意大利文艺复兴时期画家。——译者注

[12]　贾斯特斯·撒斯特曼斯（1597—1681），佛兰德人，巴洛克风格画家。——译者注

第一部分　证据：自然实验

第2章　导论

地位的变化



桑克托留斯说过，知识与智慧始于病床。身体上小小的创伤都会动摇灵魂的根基，警告我们终将失去什么。

一位高个子男人站在伽利略的床边，身穿褐色上衣，说话时长眉毛高高扬起。他说自己的名字叫弗里克（Frick），然后告诉伽利略接下来要做什么。伽利略要阅读不同种类的很多书，会遇到各个年代的人，要学习很多东西——有关这个世界、人及灵魂的知识。渐渐地，他会明白一个故事，这个故事蕴含着很多启示，内容比《圣经》更丰富、更让人惊奇。与《圣经》不同的是，这个故事没有为我们人类想象一个特殊的地位：我们的世界、种族、灵魂在故事中不占优势。在这个故事中没有报复，没有善恶之分。这个故事是讲给成年人听的，不是用来安慰孩子的。



伽利略是第一个启示的预言家，这是一个关于地球在宇宙中的地位的启示。

伽利略通过他的望远镜得出的结论是正确的：地球是一颗小行星，围绕着一颗恒星运转。功能强大的望远镜还揭示了更“糟糕”的情况：地球只是银河系数以亿计的星球中的一个；银河系本身也不大，还有数以亿计的其他星系存在；所有这些星系存在于一个巨大的宇宙中，而这个宇宙可能只是众多宇宙中的一个，经过数百亿年的演化，再过几亿年后可能会灭亡。弗里克说，地球是如此无足轻重，即使是预言家也会对此

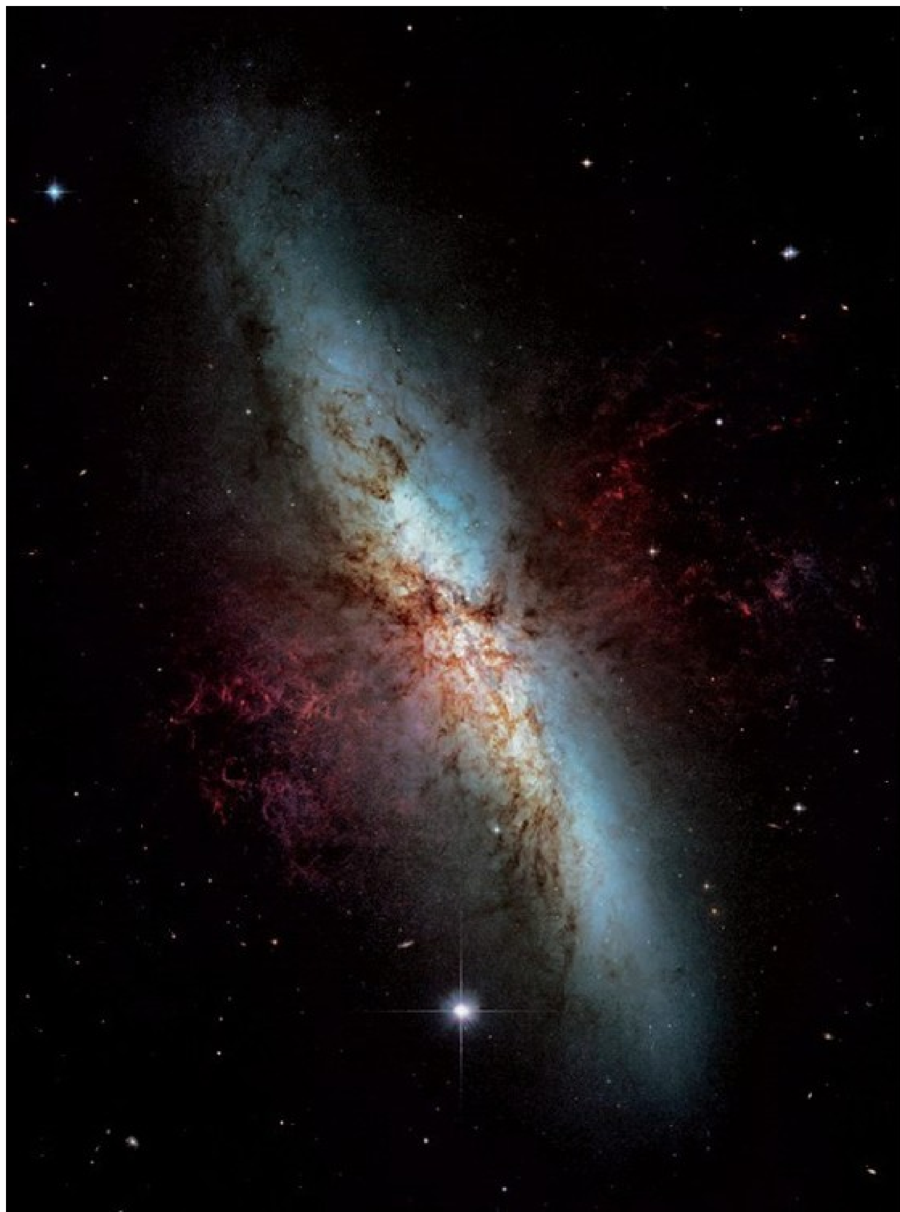
感到晕头转向。

布鲁诺被绑在火刑柱上烧死之前宣称："有无数恒星，也有无数行星围绕恒星运转。"伽利略想，也许布鲁诺在疯癫时有预知未来的能力。

弗里克说，尽管人类的地位很高，并且已经在其他星球上登陆，但是人类无法到达宇宙的中心（如果宇宙有一个中心的话）。预言家就如同处在大帝国偏远村庄中的一位孤独的牧师，穷其一生也无法到达罗马（如果确实存在一个罗马的话），甚至无法远远地看一眼罗马这个大都市。即使消息能传到这个不为人知的角落，也需要经过几千年的时间才能接收到。

弗里克还说，科学在不断发展，虽然科学的发展是否是件好事仍然有待观察。人类已经掌握了很多自然规律，其中一些规律伽利略能猜测出来，另外一些规律则是伽利略无法想象的。科学给了我们强大的力量：使我们能够快速地移动，产生巨大热量，制造新的晶体和金属，还能在瞬间传递话语和图像。但是这些科学发现告诉我们一个无法回避的事实：我们永远被局限在宇宙的一个角落；相对于宇宙而言，我们的生命只是存在了一瞬间。

伽利略想起自己以前曾在平台上瞭望夜空（那时他是多么年轻，多么如饥似渴地追求知识），不禁打了个寒战，记不清当初他看着星空的时候是感到骄傲还是感到谦卑。

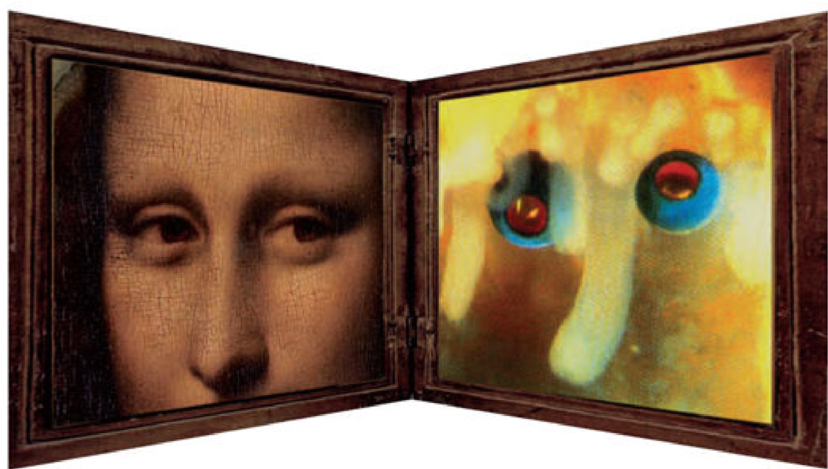


第二个启示是关于人地位的启示。

弗里克说，人类的地位并无特殊之处。我们已经知道，人类是从最简单的生命形式开始，经过物种不断演化而来的。最初的生命形式很小、很原始，是从分子中自发产生的。经过几百万年的演变，地球上出现过的大部分物种都灭亡了。另外一些物种通过改变自身，适应恶劣的

环境，因此存活了一段时间。幸存下来的物种中，与人类血缘最近的是生活在树上的多毛物种。即便如此，蜗牛和苍蝇与人类的关系也并不是那么疏远。

伽利略想起一位诗人在很久前说过："地球上曾出现很多怪物，有着不同寻常的脸孔和肢体：一些物种没有手或脚；一些物种没有嘴巴，无法出声；一些物种没有眼睛，看不到东西；一些物种的四肢粘连在躯干上，以至于什么都做不了，哪里都去不了。只要物种能够存活下来并进行繁衍，这些现象都不算什么。很多物种灭绝了，存活下来的物种是由于其具有特殊的技能，或强大的力量，或飞快的速度。"

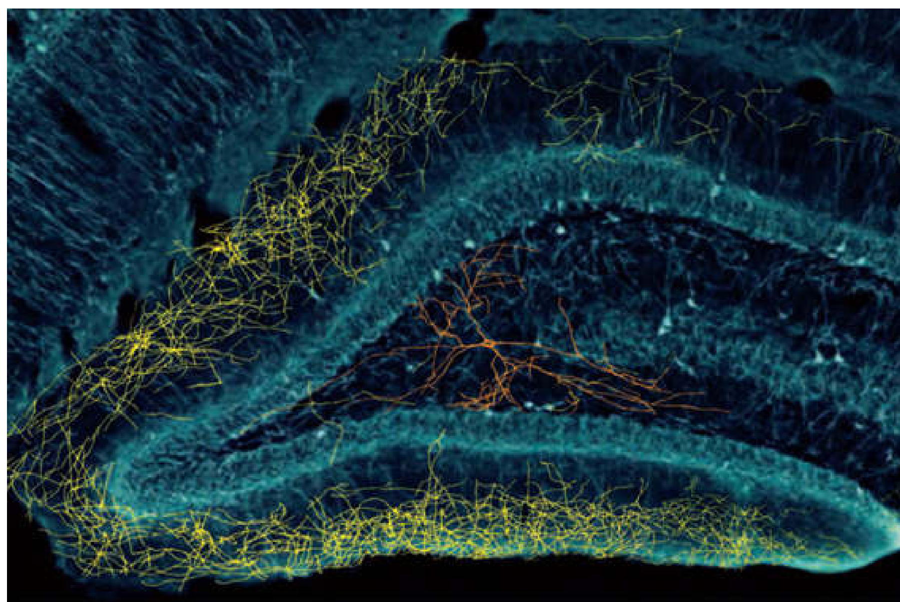


人类的身体虽然不是什么杰作，但也是在几百万年漫长的时间里，经过盲目的试验，犯了不少错误，最终才形成的。建造身体的指令经过多次修改（这种修改有时是偶然的，有时是必然的），存储到简单的分子中，连成长长的、互相缠绕的结构。原子组合形成分子，分子组合形成细胞，细胞组合形成皮肤、肌肉、心脏及脑。世界由原子和虚空（void）组成。

伽利略又想道，正如那位诗人所说："自然由两样东西组成：身体以

及身体置于其中的虚空，身体在这虚空中四处移动。”数以亿计的原子构成分子，分子构成细胞，细胞构成我们的躯体以及其他动植物的躯体。一切都是机械的，没什么神奇的地方。

弗里克说，这方面的知识同样赋予人类抵抗疾病和死亡的强大力量。人、人的身体或脑都没什么特别之处。如果我们愿意，可以由老伽利略身上的一小块皮肤创造出很多个新的伽利略（皮肤里包含了创造生命所需的所有重要指令），每个伽利略都年轻、强壮、雄心勃勃、思维敏捷、目标远大，时刻准备与智力相当者展开较量。弗里克说，你只是宇宙这个大动物园中的一只野兽而已。



第三个启示最令人生畏的，是关于人类灵魂的地位的启示。

这个启示的内容是：我们以及我们的悲喜、记忆、抱负、认同感和自由意志，只不过是我们大脑内数以亿计的神经细胞运作的结果，是构成我们的分子运作的结果。弗里克说，我们不过是一堆神经细胞、一堆分子而已。

弗里克是这么说的。伽利略觉得他说这话的时候或许还带着点满足感。

弗里克说这话是在往人类的伤口上撒盐。我们为自己强大的智力感到骄傲，觉得自己聪明到可以挑战其他星球。但是我们拥有的智力是脑部某个地方的神经细胞赋予我们的，如同一个野蛮人只是肌肉细胞比他人庞大而已。

我们为自己的虔诚和富有同情心而感到骄傲，但事实是：比起肆无忌惮的罪犯，碰巧我们脑内某些细胞联结得更紧凑些。

我们确信自己的意志力强大，我们是根据良心做决定的。然而实际上我们只是一群神经细胞的奴隶，按照神经细胞的每一步指示做决定。伽利略，你是空虚的，没有心灵可言：在你的生命刚形成的时候，没有什么进入你发育未全的躯体；在你死后，也没有什么离开你的躯体。你只是被束缚在一架垂死的机器上的奴隶。对这架机器，你无力操控，它的末日也是你的末日。这将是一种错觉的终结。

弗里克扬起长眉毛，凝视着伽利略，似乎想弄清楚他有没有明白。

伽利略想，认为地球是宇宙中心的想法的确是错误的。认为动植物和人类是被创造出来的，是一成不变的、完美的，也许这种想法也是错误的。毕竟，连很久之前的那位诗人都说人类是由进化而来的。

但是灵魂的情况是怎么样的？灵魂的存在怎么可能只是一种错觉？意识怎么可能只是原子和分子机械运作的结果？对于我看到什么、感觉到什么、想到什么或希望什么，我可能会弄错；但是我能够看、感觉、思考或希望这一点，我是不可能弄错的。我以为自己此刻是在年轻时待过的修道院里，这点我弄错了，因为我在做梦。我此时也可能在做梦，

我再次弄错了。这个世界，我自己，所有的生活、历史、科学都可能是梦中的影像和想法，但是梦本身却是真实的。不管我在梦中还是醒着，我的意识是真实的。如果意识是一种错觉，那么只有错觉是真实的，其余一切都是想象的。原子和虚空无法解释意识。

或许可以解释呢？桑克托留斯和弗里克两个人，不管是想象的人还是真实的人，不管是在梦中还是在现实中，都告诉了他同一件事情：我们的灵魂、意识以及这个世界，都是由我们的脑产生的。这可能吗？伽利略应该对此进行探究，找到答案。长眉毛男人起身，在前面引路。

注解

伽利略以其有限的知识来诠释事实、事件，甚至是诗歌，这点我们可以谅解。我们已经接受自己不是处于宇宙中心这一事实，也许还会自我安慰：虽然我们处在边缘位置，却肩负着重要使命。也许我们是从简单的生命形式演化而来的，但是我们可以这样想：能从如此低的起点进化得如此高级，我们应该为此感到骄傲。但是，正如达尔文的朋友托马斯·亨利·赫胥黎（Thomas Huxley）[1]所说，也许我们的灵魂不仅不是永恒的，而且是机械的，就像刚硬的火车头发出的尖啸声。这种观点让人更加难以接受。赫胥黎认为自然选择的进化论能够解释人类大多数现象，但是他对意识感到迷茫。他没有对意识这一问题做出回答："神经组织不断运作产生意识，这是多么令人惊奇的事情，如同阿拉丁触碰神灯就会出现精灵一样，令人费解。"

在这本书的第一部分，伽利略的向导是弗朗西斯·克里克（Francis Crick），这章第一张人物照就是克里克的照片（经作者裁切）。克里克发现DNA的双螺旋结构后，与克里斯托弗·科赫（Christof Koch）一起研究一个课题：脑是意识产生的基础。与赫胥黎不同，克里克对灵魂做了充分解释："我们以及我们的悲喜……不过是一堆神经细胞"。这段话出

自他的著作《惊人的假说：对灵魂的科学探索》（The Astonishing Hypothesis：The Scientific Search for the Soul，1994）。对于这个问题，科赫的看法没有那么肯定。

其他的图片和引文出处如下。阿尔布雷希特·丢勒（Albrecht Dürer）[2]的木刻组画《圣约翰启示录》中第9幅《圣约翰吞噬书》，现藏于巴黎的国家图书馆。布鲁诺是哥白尼学说的早期支持者，他在著作《论无限宇宙和世界》（1584）中宣称宇宙是无限的。编号为M82的雪茄星系与超星系风的图片来自美国国家航空航天局2006年4月25日的“每日一天文图”。我们很好奇扇贝的眼睛是否比蒙娜丽莎的眼睛更神秘。扇贝眼睛的图片来自M.F.兰德（M.F.Land）与D.E.尼尔森（D.E.Nilsson）的《动物的眼睛》（Animal Eyes），该书由牛津大学出版社于2002年出版。海马结构的图片由久瑞·布兹萨克（Gyuri Buzsaki）提供。每个黄色的三角形细胞体都是一个锥体神经元。像一棵树一样，每个神经元向下长出长长的根（轴突），通过轴突向其他神经元传送信号；向上长出茂密的分支（树突），树突接收来自其他神经元轴突的突触发送来的信息。人类脑部大概有1000亿个神经元，而突触的数量至少是神经元数量的1000倍：这些突触可不是飘浮在虚空中。伽利略在文中引用了诗人卢克莱修（Lucretius）[3]的诗句。卢克莱修在《物性论》（On the Nature of Things）中试图用诗歌的形式阐述科学思想，在卢克莱修之后很少有人能成功运用诗歌解释科学。

[1]　托马斯·亨利·赫胥黎（1825—1895），英国生物学家，因捍卫达尔文的进化论而被称为“达尔文的斗牛犬”，创造了术语“不可知论”。——译者注

[2]　阿尔布雷希特·丢勒（1471—1528），德国文艺复兴时期著名油画家、版画家、雕塑家及艺术理论家。——译者注

[3]　卢克莱修（约前99　年—前55　年），罗马共和国末期诗人、哲学家，以哲理长诗《物性论》著称于世。——译者注

第3章　大脑

大脑皮层——丘脑系统产生意识

当伽利略穿过大门时，他想道：这是通往愁城之路，进入永恒痛苦之路，融入迷失人群之路。

狭窄的走廊空荡荡的，光线昏暗，旁边是一长排房间，这里好像是一所被废弃的医院。伽利略跟着弗里克爬上一段逼仄的楼梯，又看到一个走廊。有亮光从第一个房间里透出来，弗里克轻轻推开房门。一个年老的男人躺在狭窄的床上，他的身体奇怪地弯曲着。在他旁边放着一本书《天体运行论》（1543），哥白尼正是在1543年去世的。



伽利略记得哥白尼在其著作的前言中表达的观点：宇宙是一个有序的整体，改变任何部分的位置都将扰乱整个宇宙。相反，哥白尼之前的学者所描述的宇宙就像是将手臂、腿、头拼凑在一起所形成的怪物。

然而，此刻的哥白尼就像一个怪物：手臂和腿僵硬地弯曲着，如同老橡树扭曲的枝干。



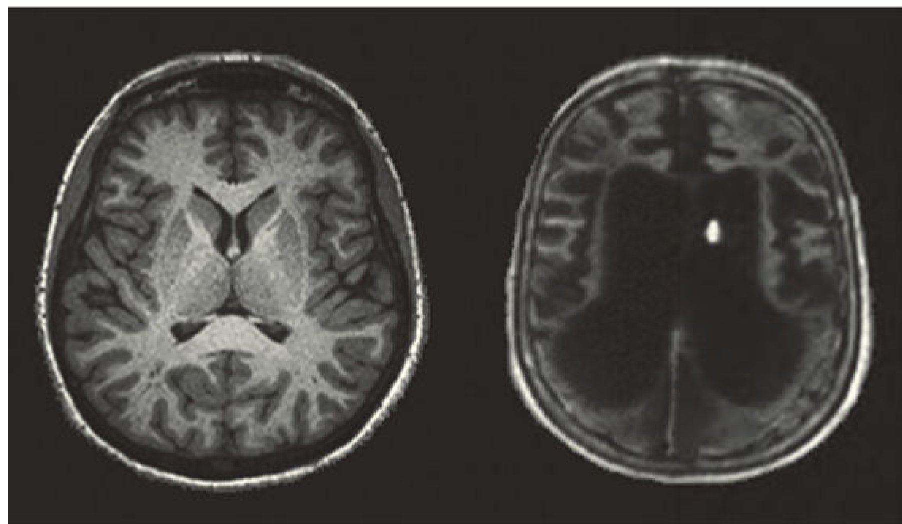
一个女人脸朝下，跪在哥白尼的脚边。弗里克告诉伽利略：“她一直陪伴着他，看着他呼吸，希望他能复活。”他看着这个女人，说：“女士，如果一个人的脑死亡了，他是不能复活的。没有人在这里。女士，没有人在家。”



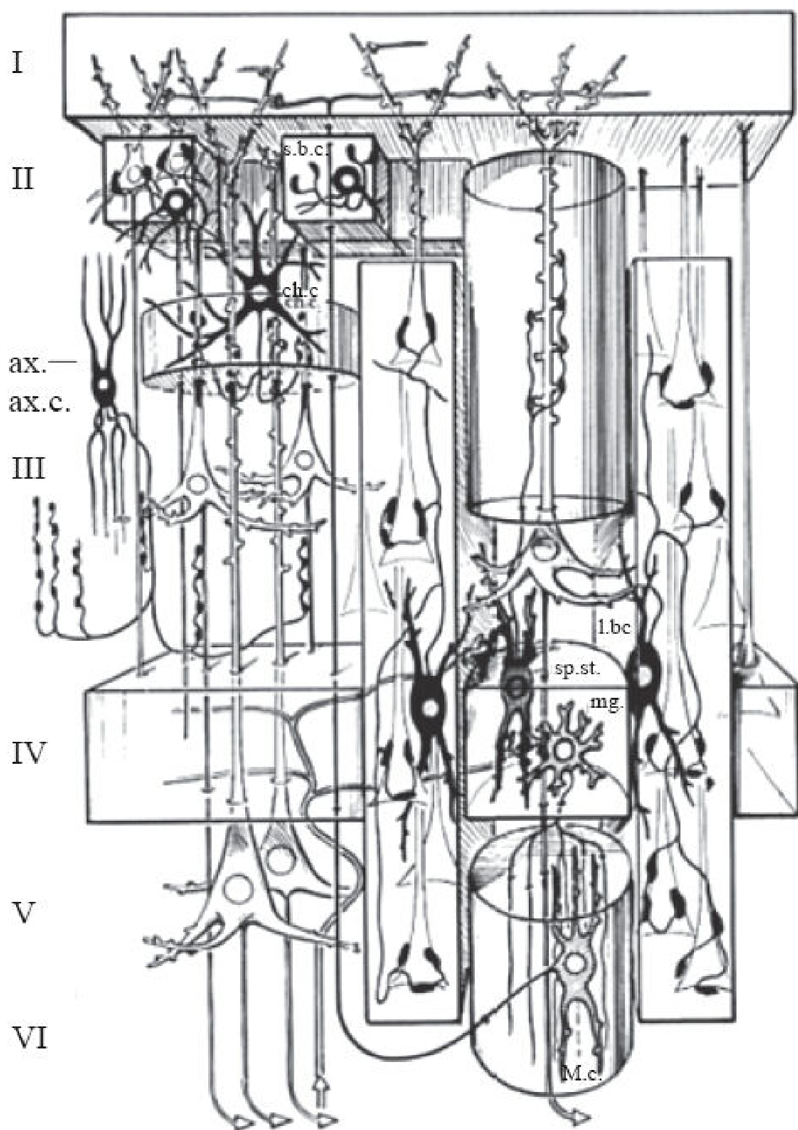
女人抬起头，说：“陌生人，你怎么可以这么肯定？有一天晚上，我扶着他的头给他喂水喝，他朝我微笑。有时候他会动动嘴唇，好像要说什么。然后他笑了，或许是我认为他笑了，因为之前我从未见他笑过。”

哥白尼躺着一动不动，伽利略看到他在静静地呼吸。弗里克倾斜着

身体，双臂撑在哥白尼床上，说："他的脑部充血，毁坏了大脑部分。但他还有呼吸，心脏还在跳动，因为脑的下部没有受损。"接着又低声补充了一句："好像能呼吸就是活着似的。"



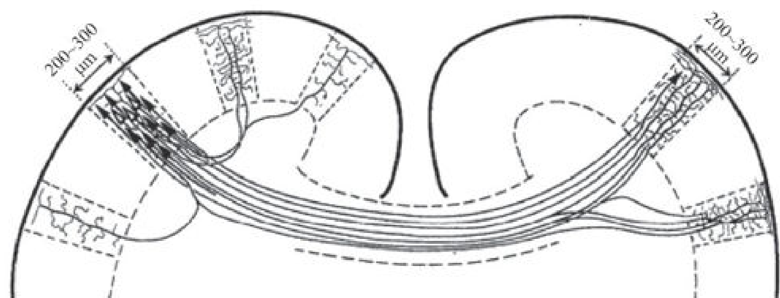
弗里克解释道："他的大部分大脑皮层和珍贵的丘脑（神经元聚集的一小块地方），即整个大脑皮层——丘脑系统被损坏了。"他看着伽利略说，"你看，大脑皮层就像这床单一样大、一样薄、有皱褶。大脑皮层就像是一片森林，覆盖着每一座山脉和山谷。"伽利略想，跟我梦境中见到的一样。弗里克接着说："一个神经细胞就像森林中的一棵树。如同很多树聚集在一起形成树丛，神经元也会联结在一起形成一个群体，每个群体可能包含100个神经元。你看，这些神经元小群体构建了脑，神经元之间通过纤细的连线（wires）远距离发送信号。"



弗里克继续说道：“大脑皮层的每个神经元小集合都有其特殊的功能：大脑后部的神经元集合有些负责视觉，有些负责听觉，还有一些负责触觉、嗅觉、味觉；脑前部的神经元集合负责思维，以及处理诸如愤怒、喜悦等情绪。但是大脑后部神经元集合的分工更细。一些神经元集合关注物体的颜色，可以很轻松地告诉你某样东西是红色的还是黄色的，但却不能告诉你这是甜菜还是柠檬（实际上它们对此一无所知）。

另一些神经元集合专门辨别物体的形状——有些物体是金字塔形，另一些物体是球形，但是对这些神经元集合来说，红色和黄色是没有区别的。还有一些神经元集合负责辨别物体运动的方式，而对形状和颜色漠不关心：一些只关注物体侧向方向运动的方式，另一些则关注物体上下方向运动的方式。”弗里克一边说，一边用手指比画着。

伽利略想到了某种半透明的、褶皱得像肠子的东西，他曾经在帕多瓦的解剖台上见过。然后他想到一个充满生气的大都市，那里有各种行会和工匠，能满足人们不同的需求：有镜片制造者、助听器制造者、服装师、香水制造商、酿酒师、厨师、几何学家、数学家、逻辑学家、伟大的演说家、诗人、艺术家及音乐家。

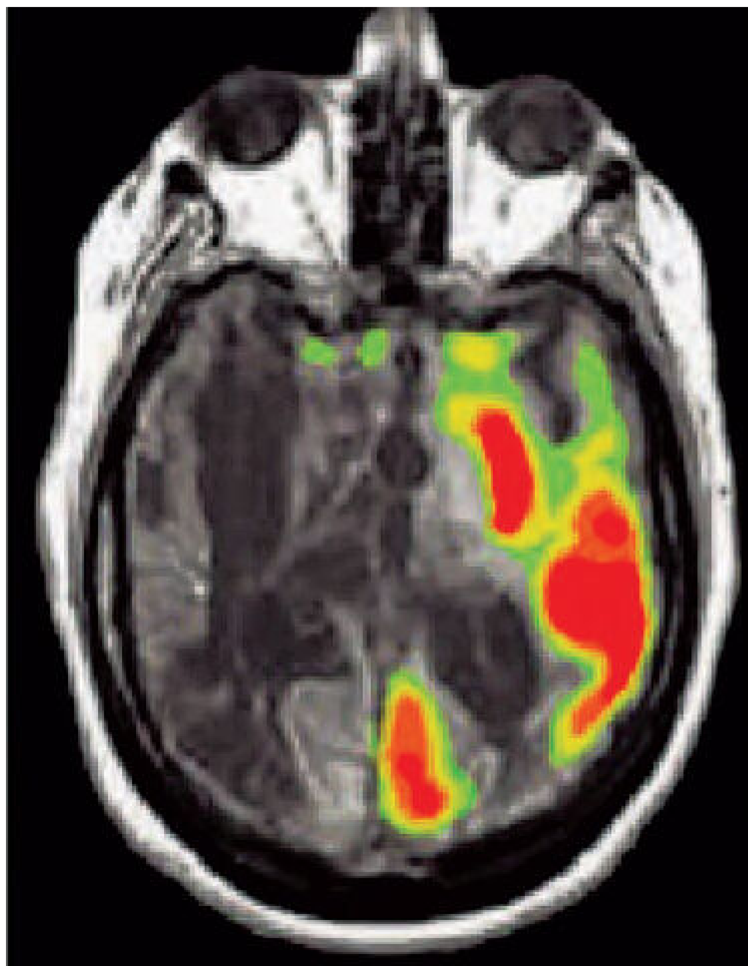


弗里克说：“就像一个城市里不同行会和职业的成员之间需要交流、交换订单和货物一样，脑内的神经元也是如此。脑内的很多物质是由纤细的连线形成，专门负责某项任务的神经元通过这些连线通话：它们总是互相推拉，形成联盟，但不久联盟就解散了，然后变换同盟者，结成新联盟，就像佛罗伦萨的诸多小集团那样。连线太多了，长度超过了意大利所有道路的长度。很多连线聚集起来，形成大脑内的白色物质，这是一层厚厚的网状物，位于灰色物质（大脑皮层）下面。没有这些连线，大脑就不能运作，就好比一个大城市的道路出现堵塞的话，整个城

市就会停止运作。”

伽利略问：哥白尼的脑怎么了？脑内大量的血是否损坏了脑内处于支配地位的部分（这些部分的地位如同监督大城市运作的王子和所有顾问）？或者他的脑失去了某种特殊的负责意识运作的部分？

但是弗里克大声地回答：“脑很民主，没有哪一部分可以像王子或教皇那样监管一切事务、全权做决定。也就是说，没有哪一部分享有特权，可以决定全部意识。意识需要很多专业人士的合作才能运作，每个专业人士都有其独特的作用。如果脑内负责辨别颜色的区域因疾病而损毁，你会变成色盲（在你看来，太阳是白色的，天空是灰色的）；如果负责识别脸孔的区域受损，你会不认识自己的孩子；其他区域受损，你可能会感觉不到运动，或感觉不到各种情绪，或不能理解话语的意思，或不能合乎逻辑地说话、思考，或不能分辨是非。但是你每次只是失去一部分意识，不会失去全部意识。”



弗里克又补充道：“如果一个人的全部意识丧失的话，那么他的脑肯定受到很大损害。要么大部分大脑皮层已经坏死（像哥白尼这样），要么脑内用来交流的连线出错或断裂。有时候即使是小伤也会引起严重破坏，尤其是大脑深处、靠近中间的区域受损的话。这个区域就像一个中心，管理所有其他区域的交通。如果交通受阻，意识这座大厦自然会坍塌。”

弗里克继续说道：“但是有时候，当血液涌向大脑（如同洪水冲走河里所有的生物），脑内只有少数部分可能会存活下来，就像处在一片废墟中的荒凉的小岛。意识丧失了，但脑的某种功能还存在。如同一个可

怜的修鞋匠，独自留在一座死气沉沉的城市中，哀号不止。”

哥白尼还是静静地躺着。他们叫他的名字，问他是否能听到，是否知道自己身在何处，是否感到痛苦，他始终一声不吭。弗里克用针刺他的手臂和腿部，他会缩回去；但当伽利略朝他做了个威胁的动作时，他没有任何反应。

伽利略心想：他的眼睛是睁开的，还会转动。他还有生命吗，还能迸发出思想的火花吗？

“有时候他会打呵欠，好像累了似的。有时候会发出哼声，似乎想要伸展身体，但这些都只是条件反射，是处于脑下部的某个神经细胞在拉扯另一个神经细胞。他的这种情况属于醒状昏迷，是一种植物人状态。”弗里克说。

伽利略想：就是迟钝、衰老、扭曲的植物。

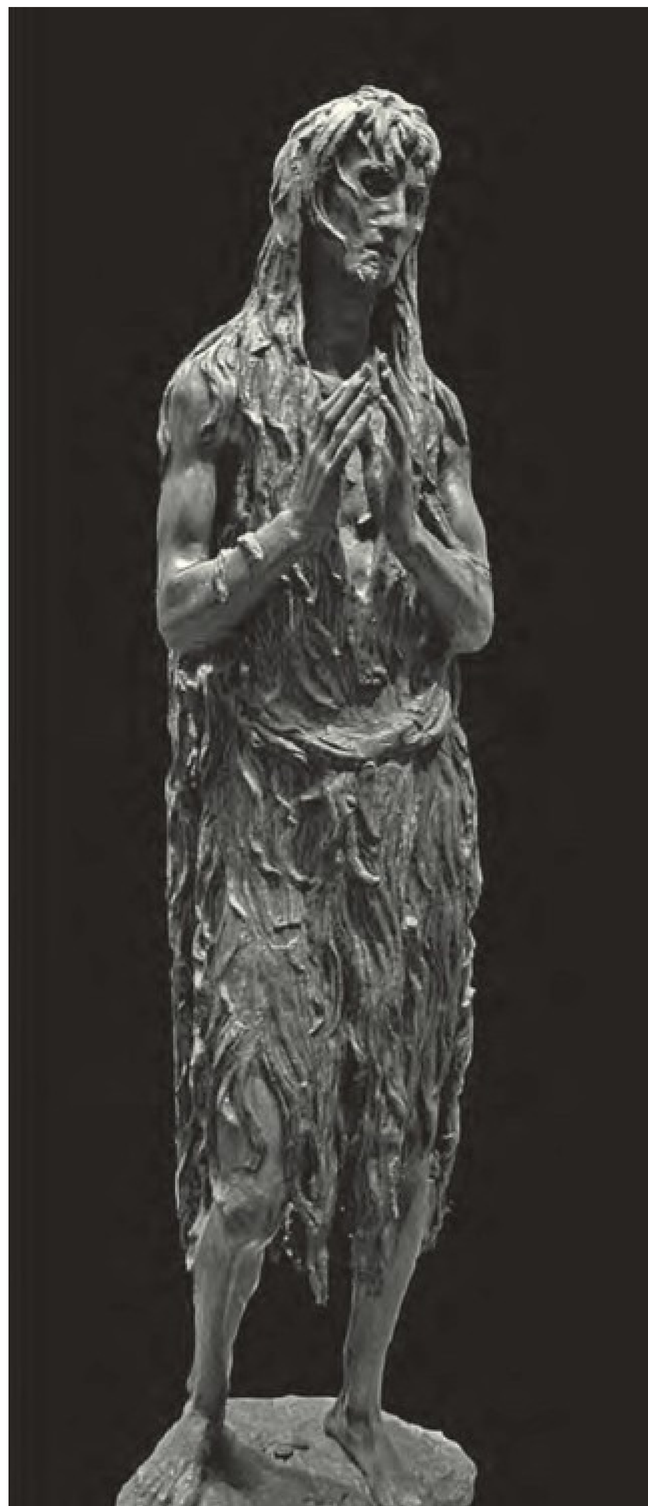
弗里克说：“有些人会好多年保持这种状态，实际上就跟植物差不多。就像一棵树，树皮会老化。但是植物人的智慧不会增长，因为他们体验不到任何事情，什么也感觉不到、学习不到。”

伽利略心想：变成一种植物，就像一个残酷的希腊神话故事所说的那样。

“一种植物！”这个女人惊呼道。她一直沉默着，此时开口道：“什么植物像他那样，摔倒了会流出温暖的血？什么树像他那样有一颗跳动的心，这颗心会透过胸膛跟我说话？没有树会像他那样，转过头看着为他梳头发的手。没有什么会让花布满泪痕，除非是露珠；但露珠不是咸的，也不会含着悲痛。”

“女士，你这是痴人做梦。”弗里克严厉地看着她说道，“你应该做的是好好照顾自己，不要让自己因为服侍一具尸体而变得苍老、疲惫不堪。”

这个女人咕哝着，像是自言自语：“主教禁止我来这里，为什么强迫的爱是一种罪，结果不是结合而是分离？主教警告过我，会有不幸降临，我还以为不幸只是降临到我身上。上帝啊，生活不会给有罪的人任何回报吗？”她停顿了一会儿，然后低语道：“我们的罪过是所有罪过里最善意的那种。”





弗里克说：“女士，你唯一的罪过是你的‘投射’心理（projection），即将想象当作现实。他的双眼是睁着的，你希望借此证明他还有灵魂，需要你帮助，能够听到你的声音。你的愿望是如此强烈，以至于你以为他空洞的眼睛能够看到东西，他发出的哼哼声表明他在说话。听我说，在这双睁着的眼睛后面没有灵魂，有的只是你自己的灵魂在镜子中的映像，而这面镜子的另一面是空白的。”

这个女人默不出声，弗里克接着说：“你明白我所说的罪过是什么，这罪过与一个人坠入爱河的罪过一样。所有男人都渴望美丽、优雅、有德行的女子。在适当的时候——此时他能够接受一些古怪的念头——给他一幅画得很潦草的女子素描，那么他会把这幅画像从头到脚打扮起来，把自己希望的美貌和德行都加到画中的女子身上，而实际上他希望的德行在现实中并不存在，仅仅存在于他的想象中。”

然后弗里克朝伽利略笑了笑，说：“将一块椭圆形的木头涂成红色，一些鱼就会把自身的渴望投射在这块木头上，并且终身与之交配。我们会嘲笑这样的鱼，但我们自己呢？我们甚至看不到自身被困于其中的鱼缸的四壁，同时又被脑子中的怪念头束缚。相信我，‘投射’心理是一种原罪。人们看到闪电，听到雷声，感到地震，他们不能解释这些让他们内心害怕的现象，然后就将其归结为天意，称是上帝的行为。”

这个女人转向弗里克，盯着他说：“陌生人，你以为自己什么都知道。但是，你的科学是否只是一种需要的‘投射’，需要所有的事情清楚、可靠、可以被解释？你的科学是否只是另一类宗教，用来解释地上和天上的事情？”

说着她站了起来，说：“看着我。我的名字叫安娜，哥白尼的安娜。他认为我是个美人，其实我并不美（其他人也这么看）。陌生人，你说

的是对的：是他的爱造就了现在的我。作为回报，让我想象他的灵魂是存在的，在他的双眼后面闪耀着；让我从他那紧闭的双唇看到一丝微笑。让我对他说话，期望他会回应。陌生人，你是对的，但不是你想的那样：存在就是能够使其他事情发生。栖息在他身体里的灵魂，让我同时充满了爱和悲伤，所以他的灵魂一定是存在的。”

弗里克该如何回答呢？最后他说：“实在和表象是矛盾的。”然后他转向伽利略，说：“确实是这样的。你看，这个女人做出了自己的选择。”

伽利略重复道：是的，实在和表象是矛盾的。尽管你不清楚自己想站在哪一边。

安娜用力握了一下伽利略的手。哥白尼的嘴巴在动，张开又合上，但没有发出任何声音，像一台坏了的机器。但是如果他们仔细观察，说不定能够不靠声音，而是从口型上看出他想说什么。伽利略想，他的口型在说：“但它仍然在动。”

注解

这一章开头的描述来自但丁的《神曲·地狱篇》第3章，伽利略清楚地记得这一章节的内容。这里提到的大门不知道是医院的大门（就如伽利略猜测的那样，虽然这个医院里面没有医生和护士），还是修道院的大门，又或者是监狱的大门（照片拍摄的是法国蒙巴尔丰特奈修道院的回廊）。有一点是肯定的：哥白尼在伽利略出生前就去世了。因此，除非他保持植物人状态的时间超过当时技术所能允许的时间，否则他不可能遇到伽利略。不管怎样，哥白尼确实是因脑出血死亡的，他的著作在他去世前不久出版，当时他已经失去意识，进入植物人状态。哥白尼的画像现藏于波兰弗龙堡的哥白尼博物馆。安娜·席林是哥白尼的管家，但

提斯加斯（Dantiscus）主教命令她离开这位天文学家兼牧师的家。当安娜说“存在就是能够使其他事情发生”这句话时，显然她在阐述一项因果本体论原则，这话由她说出显得很奇怪。另一方面，关于不可靠的心理防御机制——“投射”心理——的讨论也是荒谬的（在弗里克看来，这一机制具有普遍重要性）。彩画《抹大拉的玛利亚》截取自马萨乔（Masaccio）[1]的作品《基督受难像》（Crucifixion），雕塑《抹大拉的玛利亚》是多纳泰罗（Donatello）[2]的作品。雕像《达芙妮》（Daphne）是济安·劳伦佐·贝尼尼（Gian Lorenzo Bernini）[3]的作品（经作者改动），现藏于罗马波各赛美术馆。贞洁女神达芙妮被太阳神阿波罗追赶，变成了一颗月桂树，阿波罗的追求终归于徒劳。奥维德说，达芙妮在变形的过程中身体大部分变成了树，此时阿波罗的手仍能感觉到她的心跳，就像植物人，虽然失去意识，但心脏仍在跳动。在一个柱子（也称作迷你柱）里的一小群神经元，以及左右半脑两个迷你柱通过神经纤维互相交流的图片，是解剖学家雅诺什·塞恩泰格太（Janos Szentagothai）1977年在费里尔讲座中用到的图片。一对脑部扫描图像来自一个健康的被试（左边）和一个植物人（右边），植物人的大部分脑受到损坏（黑色区域）。最后一张扫描图像来自尼克·希夫（Niko Schiff）与其他作者发表在2002年《脑》（Brain）杂志上的文章《持续性植物人状态的大脑活动残余与行为碎片》（Residual Cerebral Activity and Behavioural Fragments in the Persistently Vegetative Brain）。实际上，确实有些患者的脑只有部分功能，患者有时候能讲单个词或做单一的动作。“但它仍然在动”这句话是伽利略离开宗教裁判所之前低声说的。宗教裁判所认为伽利略宣传异端学说有罪，强迫他放弃哥白尼学说，并判他终身监禁。

[1] 马萨乔（1401—1428），意大利文艺复兴时期绘画的奠基者，第一位使用透视法的画家。——译者注

[2] 多纳泰罗（1386—1466），意大利文艺复兴早期雕刻家。——译者注

[3] 济安·劳伦佐·贝尼尼（1598—1680），意大利雕塑家、建筑家、画家。——译者注

第4章　小脑

小脑神经元的数量多于大脑，但不产生意识

“大部分事情在表象之下酝酿，不易被察觉；大部分行动在浑水中展开。”弗里克说着，推开了房间的门。

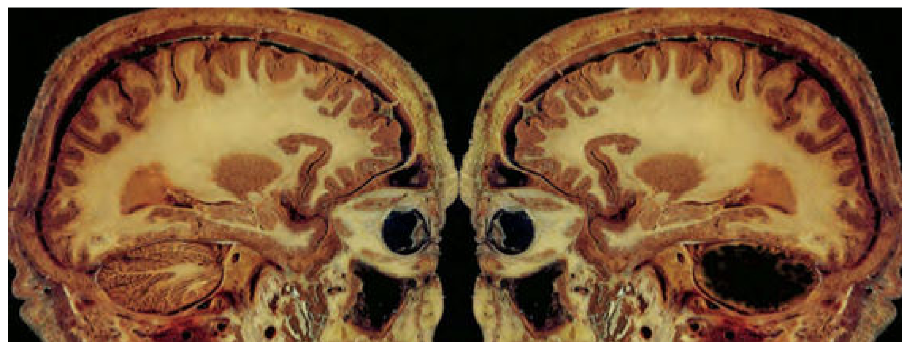
房间里，一个男人两腿叉开，站在一幅大画布前。当他挥动画笔时，手在颤抖。



伽利略对弗里克说：我认识这个画家，他是伟大的尼古拉·普桑（Nicolas Poussin）[1]。这幅画我也认识。看，双面神雅努斯象征着处于过去和未来中间的时刻，即有意识的当下。右边的时间老人在弹奏齐特琴，表现舞蹈与生命的节奏。中间跳舞的男女代表四季的更替和时间的循环往复。

“时间不是周而复始循环的，亲爱的伽利略。”从画布后面走出一个人，说道，“也许行星的时间是周而复始循环的，但人类的时间不是。”说话的是来自罗马的主任医师，也是教皇的私人医生，他接着说：“看这两个裸童。右边的裸童手持沙漏，象征时间的流逝不可阻挡；左边的裸童暗示意识是短暂的，如同肥皂泡沫。”

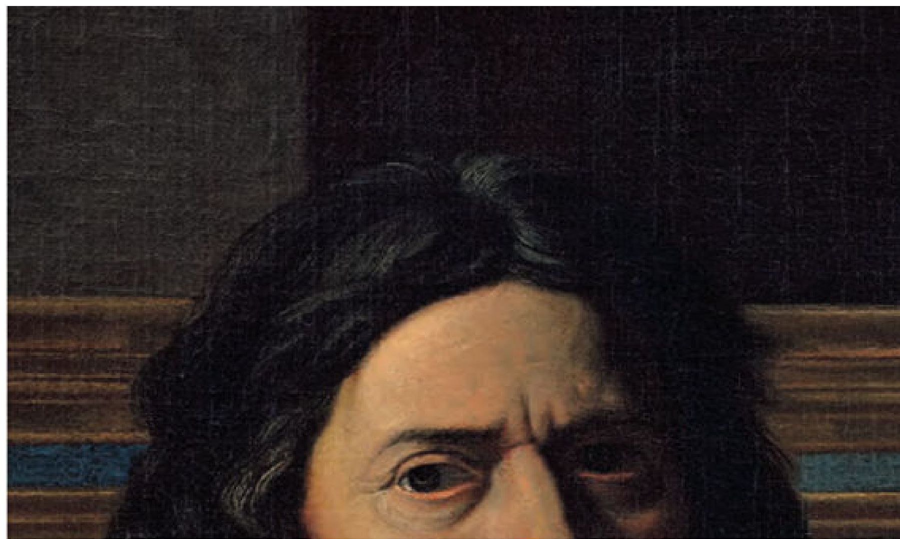
伽利略没有回答，而是对着医生的耳朵低声说了几句话。“发抖？”医生惊叫着说，“我当然知道，普桑这个样子有一阵子了，这明显干扰了他作画。但是只要休息好，他的健康就没有问题。我见过类似的病例。一个年轻女人也是这样，手发抖，站立时两腿叉开。她是难产死的，死后我检查过她的脑部。在脑后部的后颈处，少了什么东西。其实她缺失的是小脑。小脑满是褶皱，看上去像是一颗小卷心菜，或者说像生命之树。普桑肯定也缺失了小脑，也许是因为中风的缘故。这个漂亮的小脑的功能似乎是确保我们步伐优雅，手不会颤抖。”



“非常正确。”弗里克向前走了一步，说道，“但小脑还负责其他更为精细的工作。它能使我们迅速运动，协调动作和保持平衡。小脑和大脑一样复杂，实际上小脑的神经细胞比大脑多。和大脑一样，小脑接收来自感觉的信号，并且能精确地控制我们的行动。”

伽利略在思索。画面很壮观，主题崇高、意义丰富，但这幅画却出奇地静止。虽然这是关于时间的一幅画，但时间似乎冻结了：所有的一

切，甚至包括舞蹈，都暗示着时间和运动，但是真实的时间——脉搏跳动的时间，钟摆摆动的时间——却是缺失的，似乎画家的脉搏和钟摆一起停止了。



此时画家转身面对着他们，带着奇怪的、颤抖的声音说："我们不能只是根据感觉做判断，而是要根据理……理性做判断。我的手可能在颤抖，但是我的心智没有颤抖。不管发生什么事情，有些东西会保持不变。要超……超越表象思考问题：圆锥体、圆柱体、球体。"他停下来，吸了一口气，继续说："最……最纯洁的是善与真的思想。这些是……"他再次停顿，接着说，"这些是最难画出来的。"

"说得好。"弗里克说，"大脑皮层的很多神经系统就是做这项工作的。尽管世界不断变化，这些神经系统却在预测稳定不变的东西。它们描绘出世界理所应当的样子（就像你的画），而很少顾及不断变化的细节，这些变化的细节大多是由我们的感觉引起的。因此，在我们的意识中，圆锥体的形状保持不变，尽管我们从不同角度看到的圆锥体是完全不同的。同样，在我们看来，成熟的水果的颜色在落日的暖光中与在闪电的冷光中是一样的，尽管反射到水果表面的光线是不同的。确实是这

样的。我们生活的场景是抽象的，经验是虚幻的，是一幅由某个聪明的大师做的画。现实可能充斥着不关联的、表面的变化，但是信息处在恒定的事物中，是一般的、深入的，意识要求的就是这类信息。这不也是艺术所追求的吗？”

“我画我理解的东西，不画我看到的东西。”普桑说。

“如果你所看到的就是你所理解的呢？”弗里克问。

“我们为什么不放弃这些抽象的话题，而来探讨一下困扰普桑的颤抖问题呢？”医生说。

“有道理，”弗里克说，“可以肯定，普桑的大脑皮层完好无损。大脑皮层负责处理恒定不变的因素和抽象问题，想象及预测一个人对周围世界的看法，同时产生意识。普桑缺失的是小脑。小脑系统不关心恒定的、一般的、深入的信息，它所需要的是准确、详细地了解当前的真实情况：计算手指头要张开多少距离才能握住画笔，眼睛要转动多少角度才能看到画布的边缘，手臂要绷得多紧才能使伸出去的手不抖动，做引体上升运动时身体要绷得多紧。这个系统不需要画一幅很壮丽的图画，它不关心意义问题。系统的各组成部分不需要相互交流，只需要正确、快速地做各自的专门工作，不在意其他事情，不关心本质问题。尽管如此，我们仍然不能深入了解这个世界。”

“确实，我们不能了解这个世界。”医生打断弗里克，转向普桑说，“至少让我们确定一下，你在其他方面没有问题。亲爱的普桑，除了颤抖和走路不稳，你还有什么不舒服吗？你的视力、听力、触觉、嗅觉、味觉怎么样？你还能紧紧地握住画笔吗？”

普桑盯着医生看了一会，说：“你可能是一位伟大的医生，但是你的

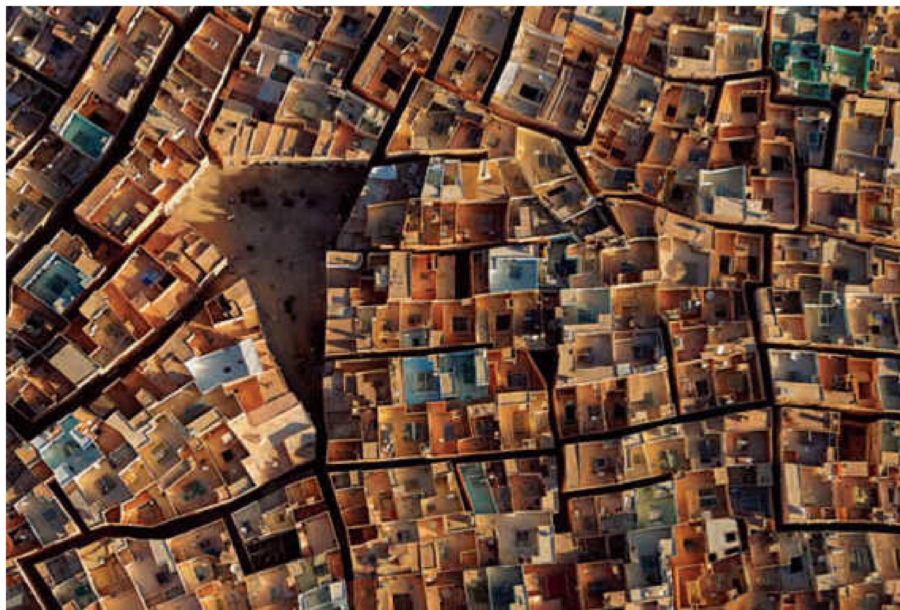
眼睛没有我的好。我一切都好：能看到物体的颜色和形状，能听到声音，能像以前那样触摸和品尝东西。在我的脑子这个大剧场中，戏剧还在上演。医生，有些事情我确实做不来。我不会演戏，不会跳舞，但我能将这些画出来。医生，即使我的思想步履蹒跚，它还是比你的思想走得更快、更远。”他指着一幅已经完成的画作，说：“伽利略，告诉我哪个包含了更多的真理，是他的解剖标本还是我的艺术？”

伽利略没有在听他说话，而是在比较大脑与小脑的功能。如果大脑受到损坏，整个人都毁了；但是如果小脑死亡的话，人不会死。哥白尼死了，但普桑还在作画。因此，大脑是产生意识不可或缺的器官，而小脑不是。然而小脑和大脑一样，是人脑的一部分，具有丰富的神经细胞，能与外界进行沟通。他看着弗里克说：“你告诉过我，大脑像一个大都市，但小脑也是如此。”

“确实如此。”弗里克回答，“说到这一点，我自己也不是很清楚为什么意识这么挑剔。小脑并不缺乏神经细胞或其他任何构成脑的成分。”他停下来，思索了一会儿说：“也许小脑缺少的是构建计划。我已经说过，大脑细胞是相互联结的（以直接的方式或通过其他中间物的方式），相互之间一直在交流。小脑细胞可能缺乏正确的联结：它们接收到信息后就处理、发送信息，但是相互之间没有交流。”



“我的研究可能已经落伍了。”医生说，“但你说的话让我想起一个古老的故事。这是一个关于两个城市的故事。故事是这样的。”



从前有一个国王，统治着一个大城市。他拥有财富和权利，却害怕

市民们相互交流。他知道市民们遵纪守法，并且爱戴自己。但是国王又想：我怎么知道他们背着人会说些什么呢。因此，他雇用了一些他信任的人监视市民，认真地记下他们说的话。

这些人开始工作，记下市民所说的大大小小所有的事情，记满了一本本笔记。但这种方法行不通：虽然成立了一个很大的部门专门阅读这些报告，但还是没有足够的时间看完报告。即便能看完，怎么知道市民不是在说一套做一套呢？另外，怎么知道打探消息的人睡觉时发生了什么？因此，国王让他的情报员轮流工作：当一个情报员睡眼蒙胧地开始工作时，另一个情报员带着酸痛的胳膊（写得太多的缘故）去睡觉。而且他还要确保这些情报员也受到审查，于是秘密组织了第二批情报员，用来监督第一批情报员。国王想：这下应该可以了。

但是没多久，国王发现自己太大意了。情报员报告的是人们聚集在街上说的话，谁知道夫妻之间说些什么呢？夫妻之间不只是在餐桌上交流，当他们挤在床上时会说些什么？当母亲告诉女儿婚姻生活的秘密时，她会不会还说些其他的秘密呢？看来没有解决的办法。国王召集他的顾问商量，但还是没有想出好办法。此时，一个叫莫杜勒斯的弄臣举起手，提了一个建议，国王认为这个建议简直天衣无缝。

第二天，国王的泥瓦匠和木匠兴高采烈地去上班，因为他们的工资涨了一倍。没多久，国王的命令下达了。当最年长的泥瓦匠完成最后一项任务时，国王站在最高的塔楼上最高的窗户前俯瞰整座城市。国王对看到的情况很满意。每个人——最年长的泥瓦匠及其他泥瓦匠、所有木工、工匠、女房东、女仆，老老小小所有人——都被稳妥地局限在一个小隔间内。

每个小隔间都有厚厚的墙壁，很牢固，没有窗户。里面有所需要的

一切东西：一张床、一盏灯，还有流水，每天的食物通过一扇小门传递进来（这扇门很小，连小孩子都不能挤过去）。这个弄臣确实想得面面俱到：国王的狗在城堡与小隔间之间来回运送所有的东西。在这些小门后面，工匠们在忙着做各种工作：雕刻工在制作微型雕刻（这个城市以此而闻名），铁匠在打造刀，金匠在制造珠宝首饰，缝纫工人在缝制衣服，甚至连女仆也在烹饪食物。

国王想：一切都很顺利。实际上他确实没有听到任何抱怨。他只是听到工匠房间里传出持续不断的捶打声，急性子的厨子的房间里传出瓶瓶罐罐的叮当声。没有这些声音的时候，这个城市就笼罩在一片静静的喜悦中。正如弄臣说的，现在他不用担心人们会说什么了，因为他们现在根本无法交流。他期望就这样平静地统治很长时间。国王站在高处往下看，一望无际的平地上点缀着无数小隔间，每一个小隔间里都有一个他的臣民在辛勤工作着。

有一天，这个弄臣又举起手，说他做了个梦，梦见一支军队进入了这个城市，没有遭遇到任何抵抗。如果市民们相互间不能沟通交流，他们怎么能够阻止敌人呢？“什么？”国王恼怒地说道，“我从城堡中发布命令，每个市民都接到命令，这就足够了，不需要浪费一言半辞。市民们需要交流什么呢？”弄臣回答：“陛下，如果一个市民发现了敌人，却不能向其他人发出警告，不能号召他们进行抵抗，并组建一支强大的部队（这是必需的），那么我们就无法生存下去，甚至连一个敌人都不能击退。我听说敌人生吞了我们的狗，连骨头都不吐。”

于是，国王和弄臣来到城里一望无际的平地上，他们在第一个小隔间前停下来。国王敲了敲小隔间的小门，命令里面的人开门，但没有回应。国王用军刀砍开小门，进入破烂肮脏的小隔间，看到一个年老的泥瓦匠坐在一块大石头上。他们问：“发生什么事情了，老泥瓦匠？”老泥

瓦匠回答："我神志不清了，长时间一个人待在房间内，我肯定神志失常了。"

国王问："整个城市的人都疯了吗？"泥瓦匠大声地说："城市？我建这个小隔间时，叫来了城里最好的木匠和铁匠。他们可真是能工巧匠啊！他们为每个小房间——陛下，是每个小房间——建造了新颖独特的机器。这个机器由木头和铁做成，能做之前每个市民为您做的简单的事情，不需要同任何人交流就能做该做的任何事。他们为厨子造了食物加工机，为鞋匠造了自动的补鞋机器，为玻璃制造者造了自动风扇，为屠夫造了装有切肉刀的自动剪切机器，为牧师……"

国王打断泥瓦匠，说："那他们每个人都在做什么？他们让机器做事情，自己在房间里无所事事？我们现在需要他们的帮助，抵抗敌人的进攻。这些敌人把我们的狗都生吃活剥了。"

泥瓦匠回答道："陛下，您找不到他们的，一个都找不到。他们很久之前就离开了，为自己建造了一座新的城市。在那里，他们什么都不做，一直在说话：大喊大叫、出谋划策、经营买卖、争论不休。他们一起做所有的事情：上演开心的戏剧，大声合唱，他们还……"这时泥瓦匠的脸扭曲了，"他们一定还在……"说着他站了起来，他的脸好像膨胀了，马上要爆炸似的："他们……"，他无法再压制自己的情绪，爆发出来："他们所有人肯定在大笑，在笑您，陛下。他们像喝醉了酒似的大笑，市政厅里日夜传出他们的笑声，一个笑话刚传达到市政厅的这一头，另一头马上又开始讲新的笑话，笑声更响亮。他们一起歌唱，歌词的内容不断变化，但都是与您有关，那是些下流的、说不出口的歌曲。叫得最响亮的是那些女学生，像我这样的老人笑得都喘不过气来。陛下，我能知道什么呢？我只不过是个疯老头。"他又坐了下来，以一种沉重的口吻说："但是有一件事情是肯定的，陛下。每个房间都空了，人们

从这座古老的城市中消失了。”

伽利略想：这么说人脑里有两座大城市。大脑这座城市的市民们从事各行各业的工作，他们相互间争论不断，一起做决定。小脑这座城市的人口数量更多，但是每个人都独自居住，不与人交流，在自己的房间内做事情。意识之所以在大脑中产生，原因就在这里。大脑这座大都市熙熙攘攘、充满活力、讲求民主，而小脑则是一间巨大的、沉闷的牢房。

注解

普桑的画作《随着时间之神的音乐起舞》现藏于伦敦华莱士收藏馆。普桑在晚年确实有手抖的毛病，但是从他绘画的技法分析，他可能是得了帕金森症，手抖不是由于小脑问题造成的。详细情况参见帕特里克·哈格德（Patrick Haggard）与萨姆·罗杰斯（Sam Rodgers）合写的文章《尼古拉斯·普桑的运动障碍分析》（发表在2000年《运动障碍》杂志上）。普桑突然爆发出一番言论，这是小脑障碍的典型表现。普桑的自画像现藏于罗浮宫，他画的那幅神秘的《阿卡迪亚的牧羊人》（Arcadian Shepherds）也收藏在罗浮宫，这是一幅表现思想的理想画作。普桑对艺术的理念深受柏拉图思想的影响，但也与他的大脑皮层组织有关（这点弗里克做了简要分析）。大脑皮层最高层次的神经元学会从大量的信息中提炼恒定、一般、深入的信息：神经元的层次越高，神经元对不相关变化的反应就越稳定，其提炼的信息就越抽象，对行为的意义就越重大。这些神经元将类别信息反馈到我们所看到的东西上，然后预测看到的东西可能是什么样子：我们所看到的就是我们能够想象得到的，也许这就是我们能看到东西的原因。意识就建立在这种恒定、一般与深入之上，有时候艺术也是如此，至少普桑是这么认为的。

与之对照，一些需要快速调整的任务似乎只需要局部神经元的运

作，不需要运用广泛的意识。脑部一些专门的模块会自动执行这类任务，能单独快速、顺利地完成工作。实际上，如果一项任务没有争论的必要，可重复、自动完成，那么这项任务就可以进行流水线作业。此时，大脑皮层这座伟大的、充满活力的城市就让位给小脑这种高效的小隔间。然而，如同弗里克所说，大脑皮层也可能有这类专门系统。古德尔（Goodale）与米尔纳（Milner）的著作《不可见的视觉》（Sight Unseen）以及其他人的研究表明，大脑皮层某些部位受到损伤的患者会失去某些能力（如不能灵活地运用手指抓住某件东西），但是却能有意识地说出物体的形状和大小。相反，大脑皮层另外一些部位受损的患者意识不到物体的形状和大小，但他们的手指却能“看到”物体的形状与大小，能正确调整手的姿势以握住物体。阿尔及利亚城市贝尼伊斯奎的照片是乔治·斯坦梅茨（George Steinmetz）从高空中拍摄的。

[1]　尼古拉·普桑（1594—1665），法国巴洛克时期著名画家，17世纪法国古典主义绘画的奠基人。——译者注

第5章　两位盲人画家

感觉输入与感觉通道对意识的产生不是必需的

我们所看到的东西只是过去记忆的组合，是内心的一个梦，由一个专横的导演指挥，这个导演在外面大声叫喊着，安排演员按次序上阵。

伽利略这样想着，进入下一个房间。这个房间里也有一块巨大的画布，画的是一个摆满各种古玩的房间。一个男人站在画布前挥动画笔，速度出奇的慢。又是一个有病的画家吗？坐在旁边，手抚着心口的那位女士又是谁？

“你看。”男人说，“这幅画内容太丰富了，仔细检查一遍，就花了我将近两个小时。画中这个在看画的女人一定是视觉的化身，而画中的整个房间象征着视觉。你看，这是一个视觉的寓言，旨在说明光线离开眼睛，照在周围的物体上，这样我们才能看到物体。”



“至少我曾经是这么认为的。”这个男人放下手，继续说，“除非眼睛像太阳那样发光，否则眼睛是看不到东西的。但是我想错了。眼睛只是

一扇门，光线通过这扇门进入我们的脑。视觉是在脑部形成的，不是在眼中形成。”

伽利略想起约翰内斯·开普勒（Johannes Kepler）[1]说过，光线在视网膜漆黑的表面形成图像，产生视觉。眼睛像是一个照相机，形成的图像是倒立的。开普勒还曾经以玩笑的方式向听众解释为什么我们看到的世界不是颠倒过来的（其实他的答案是不正确的）。伽利略想：如果视觉是在脑中形成的，那么视网膜上的图像是倒立的这点就不重要了。

“确实如此。”弗里克插入道，“视网膜与视觉的形成关系不大。视网膜的中间没有视神经，对光不敏感，但是我们所看到的物体的中间并没有出现一个洞；视网膜的外层无法看到颜色，但我们看到的并不是金色太阳挂在灰色天空这样的景象；最后，视网膜一直在颤动（因为我们的眼睛在不自觉地转动），但是我们看到的图像却很稳定、壮观，并没有颤动。”

伽利略看到那个男人还在仔细地检查那幅画，就问他：你也是一个画家吗？



“愿意为您效劳。”这个男人回答道，“我的名字叫康帕·扎瓦格纳。陌生人，你可能听人说起过我的事。学院里的一位兄弟（我们是酒神巴克斯的信仰者，经常秘密集会）给了我一种灵丹妙药。他提取黄杨木中的精华，与布雷尼奥学院中的蘑菇一起酿成了这种药（我不清楚他还做了其他什么）。药的味道很好，喝了后，确实让我更有力量。我的思路拓宽了，绘画艺术也得到提高：我看到的物体颜色更鲜艳，形状更逼真，人物的脸上充满生气，好像要从画布中走出来迎接我并跟我诉说他们的命运似的。于是，我开始想象我的杰作《叛逆天使的堕落》（The Fall of the Rebel Angels）。我想象自己触摸这幅画，好像它就在我眼前那样真实，我凝视着每一笔：这里再修饰一下，那里再修补得更有生气一些。画的每个角落都仔仔细细地看过。每天早晨还躺在床上的时候，我的思维就会被药剂唤醒，我开始尽情地想象这幅画，发现它比之前我见过的所有画作都要优秀。提香（Titian）[2]的色彩、米开朗基罗（Michelangelo）[3]的形状、曼特尼亚的激情、列奥纳多·达·芬奇（Leonardo da Vinci）[4]的天才都融合到一幅画作中。我画的人物似乎要张嘴叫喊，他们的眼神流转，像在乞求怜悯。这幅画太生动了，以至于我都被拉入画里面，与画中人物不停地争论什么是最高形式的艺术。我的灵魂差点被烧焦了，直到我告诉造物主，画中的我是我创造的，不是真实的我。”

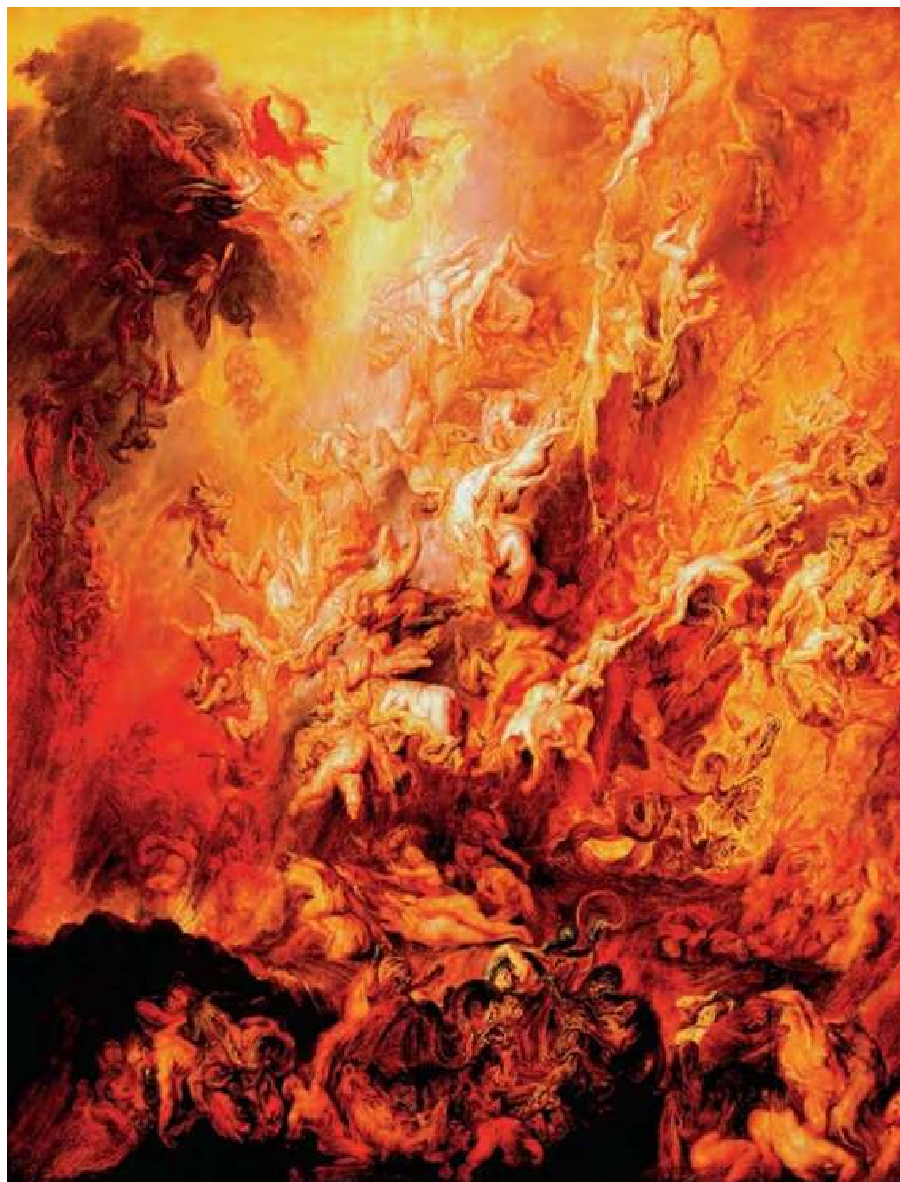
“我不确定是否看过你的画。”伽利略说，“《叛逆天使的堕落》在哪儿呢？”

这个男人用手遮住眼睛，说：“陌生人，我知道你不会明白的，或者装作不明白。那个早晨，我在脑海中完成了这幅画，起来后我就开始作画。这幅画的每个细节我都记得非常清楚，像是刻在我的脑海里。我需要做的只是把它画到画布上。在这个早晨，我将成为最伟大的画家，比

任何人都优秀。然而，就是在这个早晨，我睁开眼睛，看到房间一片黑暗。从此，我的生活也陷入一片黑暗。药剂中的毒性起作用了。这幅画仍然在我的脑中燃烧，但却被锁在里面，成了我脑内看不见的囚徒。从那天开始，我不再作画。”

伽利略问：你的杰作永远消失了吗，还是你仍可以在脑海中看到它？

“没有什么比在痛苦中回忆美好时光更让人悲痛的了。”画家说，“它还停留在我的想象里，但已经不是原来的样子了。画中的生命力渐渐枯竭了。”



伽利略说：如果你愿意，可否告诉我，你闭上眼睛，是否能看到你在触摸的这幅画——《视觉的寓言》——里面那个正在看画的女人？

“当然可以了，陌生人。我不止一次地触摸过画中的女人。如果我忘记了什么，我的朋友会帮我补充的。”

那么有没有人告诉你，她的披肩是什么颜色的？

“当然有，是蓝绿色的。”

你能在脑海中清楚地看到这种颜色吗？

“我当然可以在脑海中看到这种明亮的蓝绿色。要知道，画家必须擅长想象事物的样子，否则就得在画布上试所有的颜色，而不是事先挑好颜色了。”

伽利略问：如果你在睡觉时梦到火焰，你能看到火焰的颜色吗？

“当然能看到。”盲人画家说，“在梦中我能看到很多自己的画作。难道你不知道，形式可以表现所有我们想象的以及眼睛看到的东西吗？”他的眼睛朝上看，声音变得很尖锐，继续说道：“我要与画界翘楚竞争，我要与伟大的德鲁伊（Druid）[5]比肩。但是在我生活的时代，主被钉在十字架上，命运将我推入黑暗的深渊。毒药将我的双眼都毒烂了，我现在相当于失去了双眼。我成了一个只能在想象中作画的画家，我的所有作品都失去了色彩和光泽。我是一个努力奋斗却无法创作的人，如同一个人写了一篇关于如何生育孩子的论文，自己却没有一个孩子。”



盲人画家低垂着头，沉默了。他身边的老妇人，之前一直坐在那没动，这时轻轻地碰了碰他的胳膊，说：“孩子，我能够感受你的痛苦。真的。画画对我来说也很难，他们总是叫我画，但我太累了。我都快100岁了，你知道的吧？”

这个男人猛地退缩了一下，说："不需要你来提醒我，你这个愚蠢的老女人。在我瞎之前，你早该死了。"他转向伽利略，说道："难以想象，她曾是整个欧洲羡慕的对象，她的作品受到所有大师的称赞。现在像我一样，她的视力受损，任人摆布，成了一个累赘。"

"孩子，你怎么总是说我是瞎子呢？"老妇人笑着说，"也许你这样说心里会好过些，虽然我不能理解这点。我知道如何让自己看上去更好看些，我知道脸应该转动多少角度，这样我的皱纹看上去会……老迈的索芳妮斯贝，你在说什么呢？这位年轻人怎么会关心你有没有皱纹呢？"

"你和你的皱纹！"盲人画家说，"如果你真的能看见，为什么去哪里都要女仆带你去？为什么直到客人说话了，你才能认出他们？"

她答道："孩子，老人连走路不稳，说句话也要想了又想，何况我的房间很暗，大部分时间窗帘总是拉上的。"

"女士，你总是用同样的借口。"盲人画家说，"总是拒绝承认自己是瞎子。其实，你什么都看不到。很明显你比我更瞎，因为我至少知道眼睛瞎了是怎么回事。这么多年，失明就像是我的情人一样伴随着我，但从这个情人身上我学到了很多。她一时兴起，残忍地使我变成瞎子，但我知道自己还能够看到东西。我能清楚看到出现在眼前的东西，看到人和动物的形状，还看到各种事物，蓝色的或红色的，暗淡的或明亮的，就像是提香的画那般色彩鲜明。我还能梦到那些画。如果我看不到那些画，我怎么能够在论文中对它们进行描述呢？但是你呢，你甚至连失明是什么样子都不知道。你完全失去了你的艺术，甚至不能说出透视法是什么。"

"我知道，孩子。"老妇人回答，"透视法就是一种思维习惯。将那些跟你亲近的、重要的人画得大一些，而将那些远亲或完全陌生的人则画

得非常小。”

“真是无可救药。”盲人画家对伽利略说，“我再试试她。女士，你能否告诉我，在我此刻用手摸着的这幅画中，左边桌子上的框架内画的是什么？这个东西很奇特，很多朋友一开始都没注意到，但我只要摸一下它独特的质地，甚至都不需要用眼睛看一下，就能知道它是什么东西。”

“当然可以。”老妇人回答，“没有什么比这更简单的了。让我看看，那是什么？简而言之，那可能是任何东西。是银色的蜘蛛网吗？我不确定，可能是其他东西，也许框架内画了很多东西。是些什么东西啊？”

“你看看。”盲人画家朝伽利略喊道，“她不知道。女士，你能否说出画中的任何一种东西？”

“年轻人，这有些困难呢，因为画布上似乎是空白的。”

“空白的？”盲人画家说，“画里面有很多东西，如同那不勒斯市场一般拥挤。你怎么能说是空白的呢？”

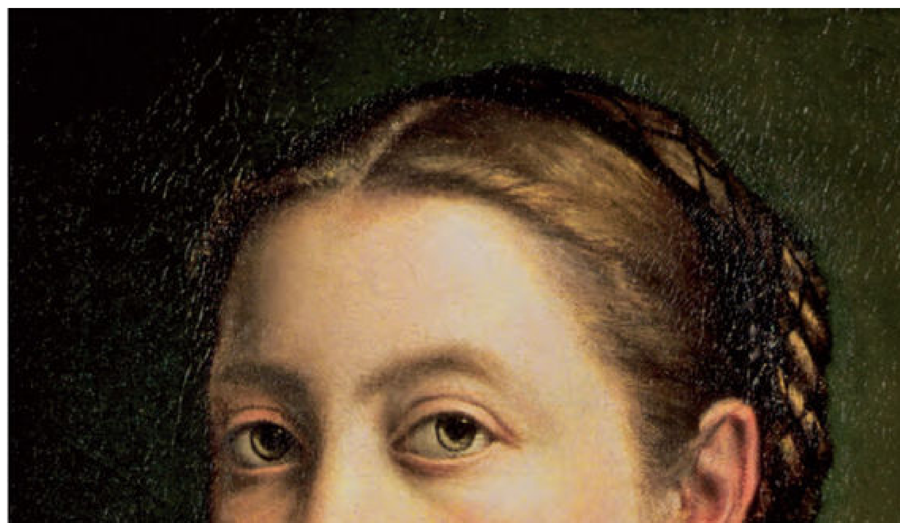
“当然了，孩子。”老妇人说，“我不是这个意思。这里当然很拥挤，要知道我花了很多钱，买了那些很贵的东西来装饰这间房子。”

“陌生人，你相信吗？”盲人画家说，“她完全瞎了，但她自己却还不知道。她不知道自己在说什么，她甚至不知道我们说的是一幅画，还以为我们在浪费唇舌，谈论她的房间呢。”

“年轻人，请你不要这么没礼貌。”老妇人说，“如果这是我的房间，而我花了很多钱买了各种贵重的东西来装饰这个房间，那么房间里有画也是理所当然的。”

“女士，你完全弄错了。”盲人画家说，“视觉是各种感觉中的女王，

她在脑中的领域是最大的，她拥有的东西比其他君王更丰富。但是她的王国存在于脑中，而不是眼中。这位伟大的女王似乎离开了你的脑，你的脑成了孤儿。”



弗里克一直静静地听着。这时他走到伽利略身边，在他耳边低声说：“盲人画家说得一点都不错。他只是失去了眼睛，但他的脑仍然能看到东西。相反，这个老妇人的失明属于皮质盲。她失去了大脑皮层——丘脑系统中的某些部分，而这个系统是负责产生视觉的。她的失明属于灵魂失明，不是眼睛失明。她的双眼可能没有问题，但她再也无法知道看见东西是什么感觉了。”

“就像你不知道蜜蜂对花会产生什么想法一样吗？”老妇人茫然地问道。

“是这样的，亲爱的女士。”伽利略回答，“眼睛和视网膜只是触发器而已，尽管这种触发器很复杂。我们醒着时，睁着眼睛，眼睛告诉脑应该看什么。眼睛向外看，从意识这一宏伟画廊的各种收藏品中进行挑选，决定光线应该照在哪一幅画上面，但是眼睛本身看不到东西。是这

样的，只有脑才能看到东西。即使闭着眼睛（如睡觉时），或眼睛受伤了（如盲人画家的眼睛），脑仍然看得见，而且会自行决定看什么。”伽利略想：如果意识的图像是在脑中产生，不是在视网膜上产生，那么这位女士的眼睛可能没有问题，但她看不见东西，而这位盲人画家却能够看得见。

注解

两位盲人画家——一位因视网膜受损致盲，一位因大脑皮层受损致盲——分别以吉安·保罗·洛马佐（Gian Paolo Lomazzo）[6]和索芳妮斯贝·安古索拉（Sofonisba Anguissola）[7]为原型。洛马佐很早就瞎了（虽然不一定是由于甲醇中毒造成的），之后成了著名的艺术理论家。他是一个非传统的学院——布雷尼奥学院——的成员，信仰酒神巴克斯。洛马佐用半自创的方言创作风格怪诞的诗歌。他的自画像（布雷尼奥学院院长的形象）现藏于米兰布雷拉画廊。洛马佐曾经拜访过安古索拉。安古索拉在96岁时瞎了，很可能是因眼睛受损而变瞎，不是像文中虚构的那样，由于大脑皮层受损而致盲。安古索拉的自画像现藏于波兰万楚特城堡博物馆。老杨·勃鲁盖尔（Jan Brueghel the Elder）[8]与彼得·保罗·鲁本斯（Peter Paul Rubens）[9]合作的画作《视觉的寓言》（The Allegory of Sight）现藏于马德里普拉多博物馆（画中某些部分显然经作者改动过）。鲁本斯的画作《叛逆天使的堕落》现藏于慕尼黑的老绘画陈列馆。另一个关于视觉寓言的作品选自《女士与独角兽》（一组挂毯）中的一幅，现藏于巴黎中世纪博物馆。

弗里克有关视网膜及其对视觉形成的作用不大的论述非常正确。弗朗西斯·克里克和克里斯托弗·科赫在他们的著作中对这个问题有详细论述，尤其是科赫的著作《意识探秘》（The Quest for Consciousness）。完全皮质盲——如被一位德国神经病学家称之为“灵

魂盲”的“安东综合征”——的情况比较少见，这是由双侧枕叶受损引起的。赛尼卡（Seneca）在他的作品《致卢塞留斯的信》（Letters to Lucilius）中描述了类似情况：“你知道那个哈普斯提斯吧，她是我妻子的女伴，蠢蠢的，待在我家里，成了我们家甩不掉的包袱……有一天这个傻女人忽然变瞎了。下面我要说的话可能会让人觉得不可思议，但却是真的：她不知道自己瞎了。她一次又一次让监护她的人带她去别的地方。她说我家里很暗。”就像这一章中的安古索拉，哈普斯提斯与安东的患者虽然瞎了，但是他们不承认自己看不见。他们经常撞到东西，还可能会朝着墙和关着的门的方向走去。他们认不出身边的亲人，反而会描述周围不存在的人和事物。这些患者不知道看到东西是什么感觉，但是他们的脑内存储了大量有关视觉的文字记忆。根据这些记忆，他们虚构了“看到”的事物，而在平时，他们甚至想象不出这些事物。在大脑皮层受到损坏的患者中，这种认识不到自身缺陷（也叫病感失认症）的情况并不少见。一些患者可能会拒绝承认自己四肢瘫痪。病感失认症的另一种形式是半侧忽视（通常是由于大脑皮层右顶叶受损造成的），看不到左侧的东西。例如，一位半侧忽视的患者（将在第11章中做简单描述）做的自画像可能只画出自己右侧的脸，穿衣服只穿右半边，吃东西只吃放在盘子右半边的食物，想象某样东西也只是想象事物的右半边。跟一个半侧忽视的患者谈论事物的左半边是毫无意义的——他们认为那半边根本就不存在，就像对我们正常人来说，谈论下面这个问题是毫无意义的：如果我们长着蜜蜂的脑，这个世界看起来会是什么样子。

[1] 约翰内斯·开普勒（1571—1630），德国天文学家、数学家，17 世纪科学革命的关键人物，其最为人知的成就是发现行星运动的定律，即开普勒定律。——译者注

[2] 提香（约1490—1576），意大利画家，16 世纪威尼斯画派最重要的代表人物。他的绘画技巧，尤其是对颜色的运用，对西方艺术产生了

深刻影响。——译者注

[3] 米开朗基罗（1475—1564），意大利文艺复兴时期雕刻家、画家、建筑家、诗人，与达芬奇、拉斐尔并称“文艺复兴艺术三杰”。——译者注

[4] 列奥纳多·达·芬奇（1452—1519），意大利文艺复兴时期的博学家：既是画家，又是雕刻家、建筑家、音乐家、数学家、工程师、发明家、解剖学家、植物学家、作家。最负盛名的画作有《蒙娜丽莎》、《最后的晚餐》等。——译者注

[5] 在铁器时代，德鲁伊是凯尔特社会中僧侣阶层的成员，社会地位崇高，将橡树封为圣木，相信灵魂转世。在凯尔特神话中，德鲁伊具有与神灵对话的能力。——译者注

[6] 吉安·保罗·洛马佐（1538—1592），意大利画家、艺术理论家。——译者注

[7] 索芳妮斯贝·安古索拉（1532—1625），意大利文艺复兴时期女画家。——译者注

[8] 老杨·勃鲁盖尔（1568—1625），弗兰德人，画家，老彼得·勃鲁盖尔的儿子，小杨·勃鲁盖尔的父亲。——译者注

[9] 彼得·保罗·鲁本斯（1577—1640），弗兰德人，巴洛克风格画家。——译者注

第6章　闭锁的脑

运动输出与运动通路对意识的产生不是必需的，它们也不足以产生意识

上帝软弱的意志力受控于一个反复无常的女王，导致疾病的种类数之不尽。伽利略想：在下一个房间会遇见谁呢？是发不出声音的歌唱家，还是不懂任何语言的诗人？

一个男人靠着柜子，在摆弄自己的大胡子。柜子上有穿孔，做工精良。大胡子男人说："伽利略，不用为我担心，这些旋转的齿轮很牢固。"

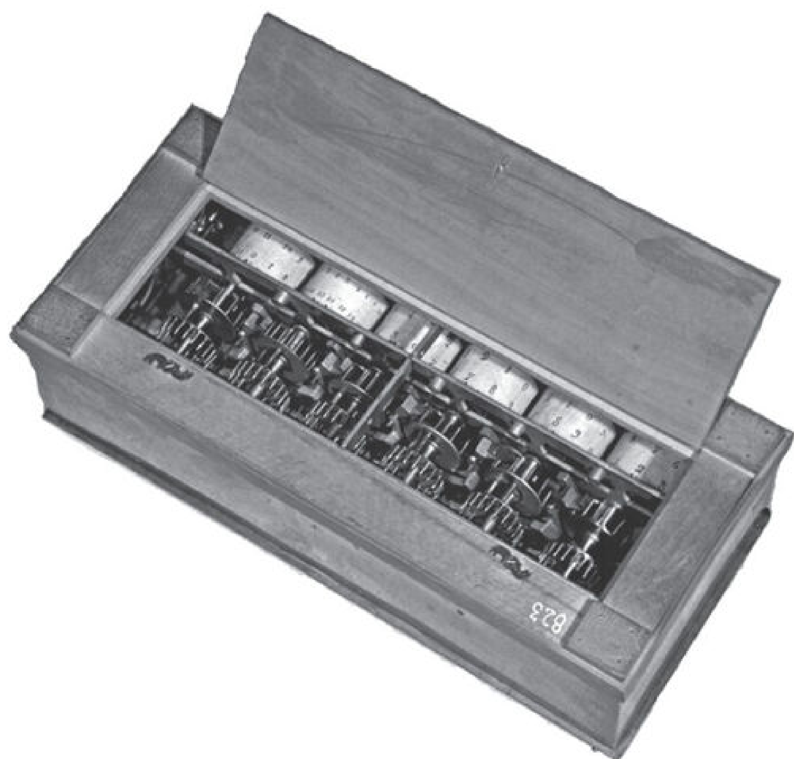
伽利略回答道：我相信。他环顾四周，不知道弗里克去哪儿了。这时他注意到柜子的中间有些铜制的杠杆，左侧的传动轴上有一卷厚厚的纸。他问大胡子男人：能否告诉我，这个柜子是做什么用的？是一台风琴吗？

大胡子男人回答："不是的，虽然这个柜子属于教堂，却不是风琴。里面是自动告解神父。"

伽利略问：一个机械的告解神父？

"如果你要这么说也可以。"大胡子男人说，"这是P神父制作的。为什么要做这个呢？他说当时有很多朝圣者涌入罗马，以至于每天都有修道士病倒，因为他们要宽恕太多罪过，压力太大了。因此P神父造了这个机器，然后送到这里，让我们做出评价。他制造的机械计算器已经够了不起的了，但这台自动告解神父更厉害。"

伽利略很好奇，问：它是怎么运作的？



“机器内部是如何运作的，我不知道。我只知道一组齿轮专门负责一种罪：一个齿轮箱负责傲慢，一个负责怠惰，一个负责嫉妒，一个负责色欲，等等。忏悔者运用这些杠杆输入忏悔的内容，每个杠杆代表一个字母，要确保输入所有的细节，即使是忏悔者认为可能不相关的情况。最后，忏悔者使劲拉一下右边红色的杠杆，拉杠杆的力度表示忏悔的程度。然后，机器开始分析忏悔的内容，通过神秘的齿轮的转动，对每一项罪的具体情况做出评价，再结合忏悔的程度，最后在卷纸上显示出忏悔者该受到的惩罚内容。P神父说，有了这种机器，神父们要做的事情就只剩下赦免忏悔者的罪了。当然，如果机器发现不可饶恕的罪过，铃声就会响起。”

伽利略问：这个计划实现了吗？

“当然没有了。”大胡子男人回答，“罗马教廷一听到关于这个机器的消息，就认为这是异端。他们马上知道，将赦免罪过的权力留给神父，就像为灵魂的失职盖一块遮羞布。如果我们今天赞同使用这个机器，那么明天就会有其他机器出现，不仅要取代神父，还要取代教皇以及所有的圣人、天使，甚至是上帝，谁知道呢。”

伽利略说：可能吧。但是如果这台机器能帮助劳累过度的人减轻负担，我看不出它有什么不好。毕竟，只是一台机器而已。



“不是这样的。”大胡子男人说，“这是异教崇拜物，能处理人们以文字的形式告诉它的忏悔内容。人们太傻了，很快就会相信崇拜物给出的答案，即使它什么都不懂。但是，列举各种罪过（如怠惰、嫉妒、贪婪、色欲等）并做出适当的惩罚是一回事，在具体的情境中评价每项罪

过是另一回事。例如，一个齿轮仔细检查人们的生活及其所犯的过错，只针对暴食罪转动进行分析，其他的一概不知。另一个齿轮负责色欲罪，将人们的行为和思想分为带有色欲气息的与没有色欲气息的。它只知道区分色欲与非色欲。除去色欲，它就不知道生活是什么了。即使是色欲，也有很多种形式，如子宫形状的花朵以及地平线上拱起的乳房状的山给人以感官愉悦，鸟的羽毛透出淫秽的美，就连处女那庄严、出尘脱俗、光彩夺目的美都能撩起并非神圣的渴望，甚至是母亲悲悼死去的儿子时发出的高低起伏的哭泣声也能引起隐士丰富的想象力，产生狂喜的感觉。”

伽利略唐突地打断他，说：我无法理解。

“我扯得太远了。”大胡子男人道歉道。他从口袋里拿出一幅图，说：“图上画的是我们的小教堂和墓地。这是我很久以前画的，那时觉得这幅画很纯洁，但现在我知道哪里有问题了。”他指了指背景中的山，接着说：“要使机器明白这幅图哪里不对劲，它必须像你我这样看问题——不只是能够阅读，还要明白我们看到的每一个场景的内容：树和山的轮廓，飘浮的云的形状，每样东西与其他东西相关联的方式。机器要想知道我们犯的罪，发现我们在生活、艺术作品以及梦中所犯的过错，就需要了解我们知道的一切：什么是对的，什么是错的，什么东西相关联，什么东西不相关联。机器可能会在速度和准确性方面胜过神父——机器不会感到累，不会因同情而心软——但是如果机器不能像一个真正的告解神父那样看问题，即便是站在告解室黑乎乎的格栅后面，它还是不能理解告解者，也不能理解他们的罪过。”

伽利略说：但是如果机器比神父更擅长发现罪过，我们凭什么说它不理解罪过呢？

“注意，不能只是根据行为做判断，还要看行为的意义。”大胡子男人说，“根据教义，做过什么确实重要，但怎么做同样重要。同样一种行为，可能是在盲目的情况下发生的，也可能是在有意识的情况下发生的。”

但是你怎么知道机器不能理解呢？伽利略表示怀疑。

“你来问一个问题，随便什么问题都可以。”男人说，“一个优秀的神父能够回答任何问题，告诉你什么是对的，什么是错的。但是机器行吗？你看。”他通过杠杆输入一串字母：“沉默的罪过有多大？”然后转动柜子旁边的大齿轮，转了几圈，卷纸开始滚动。纸上是机器给出的答案，以大字号的红色字母显示：“亵渎上帝是一种罪。作假证是一种罪。”

“看到了吧。”大胡子男人说，“机器无法判断‘不作为’的罪过，不能判断那些本来应该做但却没有做的行为。”

伽利略说：我也想试试，如果你不介意推杠杆的话。告诉我，想做好事的抱负是缺点还是优点？

机器给的答案是：“抱负是一种罪过，做好事是一种美德。”

“这个答案一半对一半错。”大胡子男人说，“让我试试。”他推动杠杆，输入：“因与果哪个更重要？”

机器给的答案是：“由果判因。”

大胡子男人问：“你不认为人们应该担心的是结果，而原因是由上帝决定的吗？”

机器回答：“不是的，人们对两者都不必负责。”

大胡子男人说：“看到了吧。这个机器很容易就能欺骗很多人。大多数人都会以为在格栅后面的是一个年老的、无所不知的告解神父，而实际上只是一排齿轮箱，每个齿轮箱只负责处理一种罪，而不理会其他的罪。”



伽利略想：这些齿轮箱与小脑很像。每个齿轮箱都是机器的一个组件，擅长自己的工作，能够快速准确地回答它所负责的范围内的问题，但对其他情况一无所知。

接着伽利略大声说道：有时候很难判断面具后面是什么人。

“非常正确。”男人说，“有时候甚至很难判断面具后面是否有人。伽利略，我要你帮忙的正是这个问题，不是要你去猜格栅后面到底是告解神父还是机器，而是去弄明白人是否有灵魂？”

他示意伽利略跟随他到下一个房间。

房间又暗又沉闷，远处角落一张床上躺着一个男人。这个人的喉咙处开了一个小洞，通过这个小洞缓慢地呼吸，喘息声中透着痛苦。伽利略走到床边，摸了摸他的脉搏：还在跳动。但是其他地方一动不动，身体僵硬，只是他的眼睛却是睁开着，看上去不像睡着的样子。伽利略忽然认出他是谁了：是他的老朋友M先生。

还没等伽利略恢复镇定，大胡子男人就大声说道："这就是我要你帮忙的原因。M带着他的方程式离开我们了。"

看到伽利略不大明白的样子，他马上解释道："他发现了方程式！是关于素数的方程式，我很肯定是关于素数的。我一听到消息就马上赶到巴黎，到的时候发现这个孩子已经不会说话了，像块石头似的一动不动躺着。他这样已经有7天了，没有发出任何声音。"

伽利略问：我的朋友这是怎么了？

"他脑内负责运动的部位受到损伤。"大胡子男人指着M的头部说，"你可以听到他在呼吸，其他地方都动不了，除了右眼皮一直在眨，这是眼睛受某种反射性刺激引起的。"

伽利略又摸了摸M的手，脉搏加快了，但他不会说话。伽利略想：他还活着，但他是有意识的还是像哥白尼那样失去了意识？怎么才能知道他是否具有意识呢？医生是如何进行判断的？他们会问患者一些问题，如果患者每次都能够正确回答，那么他肯定具有意识。如果患者回答不出来，医生就试着让患者动一下，观察患者是否具有任何意识的迹象；或者做些威胁性的动作，看看患者是否会有反应。如果患者有反应，那么他可能还有某些意识。但是M一动不动，刺一下他的皮肤也没有任何反应，除了会眨眼之外。

眨眼！伽利略差点失去信心的时候，忽然想到一点：眨眼是不是表示他有话想说？

伽利略让M通过闭上、睁开眼睛来回答问题，闭合一次表示“不是”，闭合两次表示“是”。伽利略问，你能听到我说话吗？他的眼睛马上闭合了两次。你能看到我吗？又闭合了两次。你认识我吗？M眼睛给的答案是肯定的。



大胡子男人一阵狂喜，像孩子一样兴奋，说他马上开始写一张字母表。过一会，他真的写好字母表，然后开始逐个地指着字母，当他指向M想要的那个字母时，让M眨一下眼睛。

伽利略急切地想知道M是否还有触觉、味觉、嗅觉，甚至能否思考，是否还有记忆。他很快就知道答案了：M的脑还和之前一样，就像一台运转良好的机器。大胡子男人则千方百计想根据M眨眼的方式找到

素数方程式。但是涉及数学符号，所提出的问题就更难了，没有一个问题能让M眨眼。

同时，M拼出了一些简单的词汇，好像知道自己时间不多了似的。他的眼睛眨动得太快了，以至于大胡子男人来不及做记录，最后由大胡子男人负责将手指在字母上移动，伽利略负责看着M的眼睛，然后写下他想要的字母。大胡子男人说：“也许方程式可以用文字表达，通过一个个字母拼写出来。”于是，伽利略看了看写下来的句子：

我成了自己垂死的身体的囚犯，我已经死亡；

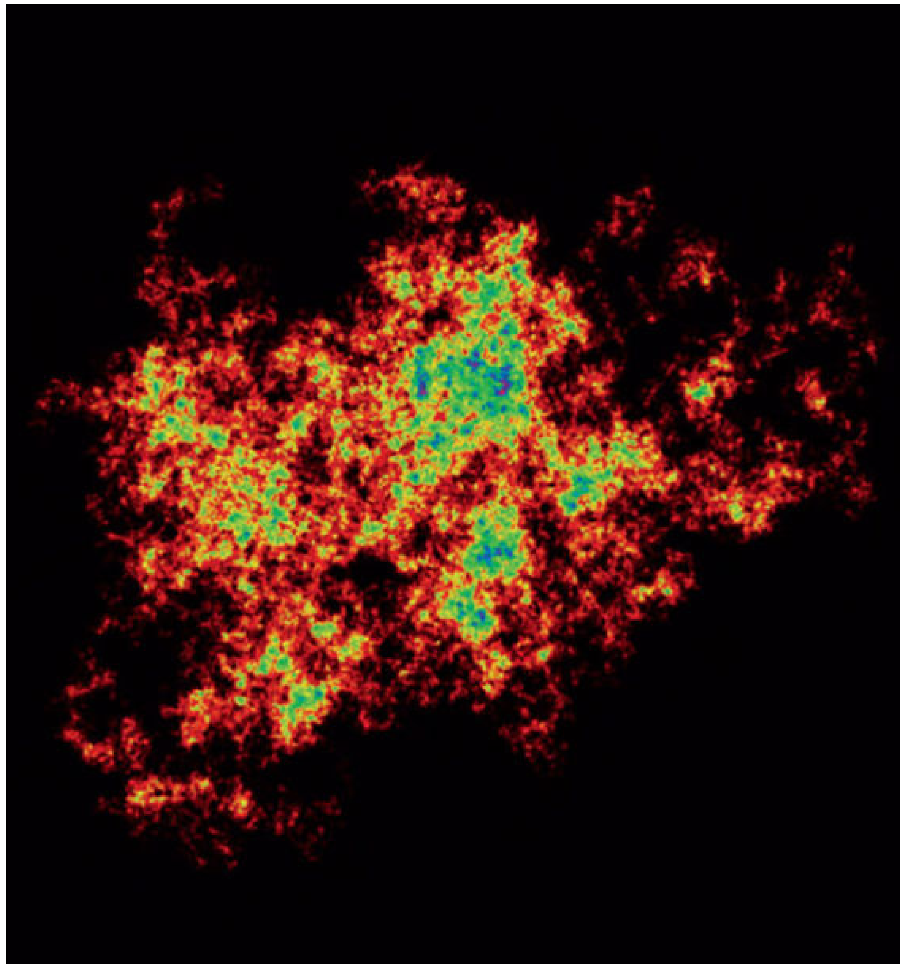
我能思考，但不能行动，不能行动就等于不存在。

“M，看在上帝的份上，告诉我们方程式。”大胡子男人说。但是M一声不吭、一动不动。

伽利略看着他的朋友。M证实了一点：一个全身瘫痪的人还可以具有清醒的意识。

伽利略陷入沉思。他在想：脑中控制语言与运动的部分对意识来说不是必需的，它们像是一些端口，脑的意图和决定通过这些端口得到展现：它们要做的就是将脑的命令传达给肌肉。当然，命令必须是准确的，因为这些命令必须能够区分不同话语以及不同语调。但是M不需要这些命令也能思考，如同盲人画家不需要那些处理来自眼睛与耳朵的信号的神经细胞，也能在脑海中看见东西。

伽利略又看了看他的朋友。这时M在愤怒地眨眼，他在说：“不是的……写下来，伽利略，现在就写……因为我有罪，上帝啊……原谅我，上帝……”



伽利略碰了碰M的手。他在想：我们睡着的时候，一动不动躺着，但我们有意识，会做梦。然而M却在一场噩梦中不能动弹，轻轻地戳他，他不会醒。表面上看像块石头，而内心却异常清醒。



大胡子男人靠近M，拿起他另一只手，使劲握了一下。然后M缓缓地闭上眼睛。

伽利略想：一个灵魂可以有思想，并将思想永久地埋藏起来，这些思想是出人意料的、隐秘的、深不可测的、独有的。一台机器没有灵魂，却能对你的罪过做出评判。也许有一天，我们不会向M提问，而是向机器提问。也许机器会说出那个方程式。

然后伽利略快速离开了房间。经过机器，地上有一张从机器中掉出来的卷纸。伽利略捡起卷纸，上面写着："安息吧，我赦免了你的罪。"

注解

这一章有两个目的。第一个目的是想说明：即使一个人一动不动躺着（像M那样由于脑部受到损伤引起，或正常人睡着了做梦的时候），他还是可能具有意识。第二个目的是将M与机器作对比：M不能说话，

不能行动，但是他有灵魂（或者说曾经有过灵魂）；自动告解神父这台机器能够回答所有问题，却极可能是没有灵魂的。看来有时候我们不能轻易下这样的结论：几乎没有反应意味着几乎没有意识。反过来，我们也不能做出以下结论：具有很多聪明的反应必定意味着具有很多意识。笛卡尔对现代的计算机下棋程序会有何感想？大胡子男人认为机器可能擅长做出聪明的反应，但不会产生意识，因为机器是由单独的模块组成的。因此，虽然机器有时候会用聪明的答案愚弄我们，但它不能将事情放在具体的情境中来理解（只有具有意识才能做到这点）。科赫与托诺尼于2011年发表在《科学美国人》杂志上的文章对这种观点做了探讨。帕斯卡计算器是布莱兹·帕斯卡在1642年左右发明的（文中的P神父或许指的是帕斯卡），现藏于巴黎的法国国立工艺学院。位于彭南特的教堂塔楼和乳房状的山的照片由杰拉德·摩根（Gerald Morgan）拍摄（经作者改动）。画作《国际象棋游戏》（The Game of Chess）是索芳妮斯贝·安古索拉的作品，现藏于波兰的波兹南国家博物馆。画像中人物的一只手被换成伦敦影子机器人公司制造的影子手。

M指的是法国的马兰·梅森神父（Marin Mersenne）[1]。梅森神父是一个科学家，也是伽利略的朋友。梅森试图找到一种能够代表所有素数的方程式，他曾就这个问题与皮埃尔·德·费马（Pierre de Fermat）[2]有过几次交流。在梅森死后，人们在他的房间发现了他与很多学者的通信，这些学者包括伽利略、费马、克里斯蒂安·惠更斯（Christiaan Huygens）[3]、埃万杰利斯塔·托里拆利（Evangelista Torricelli）[4]。梅森认为科学的目的与上帝的目的是一致的。梅森与其他学者有大量的书信往来，他的住所也成为欧洲学者聚集的地方。他的主要目的是增强学者们的合作，推动科学的发展。他在遗嘱中要求将自己的遗体用于科学研究。梅森在拜访他的朋友笛卡尔后就生病了。没有迹象表明，梅森在最后的日子里可能全身瘫痪。不管怎样，一个叫让·多米尼克·鲍比

（Jean-Dominique Bauby）的法国人，在一次轻微的脑干中风后全身瘫痪，只有一只眼睛能动。他通过眨眼选择字母的方式完成了一本篇幅较短的书《潜水钟与蝴蝶》（The Diving Bell and the Butterfly）。鲍比最后死于心力衰竭。法国作家大仲马在小说《基督山伯爵》中有预见性地描写过这种情况。现在这种情况被称作闭锁综合征：患者具有清醒的意识，但只能通过转动一只眼睛进行交流。《临终前的黎塞留红衣主教》是菲利普·德·尚佩涅（Philippe de Champaigne）[5]的画作（经作者略微改动），现藏于法兰西学会。彩色星系的图片其实是阿德里安·莱瑟兰（Adrian Leatherland）运用可视化技术，将几百万个素数转换而成的图像（www.mysteriousnumbers.com）。最后一张图画是亨利·菲斯利（Henry Fuseli）[6]的《噩梦》（The Nightmare），现藏于底特律美术馆。画中的人在梦中由于脑干回路受阻，全身不能动弹，但是仍然具有意识。如果不是因为做梦时全身不能动，一些人就会将梦到的事情付诸行动，后果不堪设想。

[1] 马兰·梅森（1588—1648），法国神学家、数学家、哲学家和音乐理论家。——译者注

[2] 皮埃尔·德·费马（1601—1665），法国律师、业余数学家，对现代微积分的建立有所贡献。——译者注

[3] 克里斯蒂安·惠更斯（1629—1695），荷兰物理学家、数学家、天文学家，土卫六的发现者。——译者注

[4] 埃万杰利斯塔·托里拆利（1608—1647），意大利物理学家、数学家，以发明气压计而闻名。——译者注

[5] 菲利普·德·尚佩涅（1602—1674），法国巴洛克风格画家。——译者注

[6] 亨利·菲斯利（1741—1825），瑞士画家。——译者注

第7章　失去记忆的意识

负责视觉、听觉、记忆、语言、行为的脑回路对意识的产生不是必需的

脑内有强大的机器，意识很明智地将它们全都运用起来。一些机器的作用是理解事物，另一些机器的作用则是采取行动。最为精巧的是那些用于计算、计划、咨询的机器，其次是存储记忆的机器，虽然这些机器只是工具，并非意识的一部分。

伽利略面前并没有什么机器。站在他面前的是一位女士，伽利略年轻时曾为她着迷，还多次受她引诱，去了威尼斯。伽利略见到她，说：

在美貌的人当中，你的学识超凡卓著；

在有学识的人当中，你的容貌熠熠生辉；

你的学识与容貌都无人能比。

她故作优雅，以柔和的声音说：“你是个多有魅力的男子啊，用令人愉悦的诗歌诉说心底的渴望。你放轻松，不要紧张，我的神圣职责就是专心致志地听每一位诗人吟诗。”

夫人，你知道这些诗句是你写的，你太谦虚了，装作冷淡的样子，不做褒扬。

“亲爱的王子（我想你一定是一位王子吧），告诉我你是谁，从哪里来？”

夫人，我的样子一定骨瘦如柴、疲惫不堪，所以你没有认出我，我

曾经是你的一个谦卑的追求者。需要我再一次向你承认，诗歌高于科学吗？我可以拥抱你吗？告诉我你的暗语，然后我会告诉你我的暗语。

“亲爱的王子，记忆这份礼物已经被人从我的珠宝盒中偷走了。一天醒来后，我发现自己的过去消失了。我是一个只活在当下的遁世者。而且，我每次只能记住一件事。”

这不可能。夫人，你的记忆力在威尼斯可是好得出名的。不管是诗歌还是人，你都能熟记于心。

“王子，我现在记不住了。现在每一首诗对我来说都很新鲜，每首诗都能给我新的喜悦，尽管你会说这些诗我以前已经听过好多次。爱情在刚开始的时候最纯洁，没有蒙上记忆的尘埃。每个屈尊来到我住所的人都让我感到全新的喜悦。我让他们觉得每次和我在一起都像是第一次：一点都不沉闷，没有令人厌倦的老套动作，每次他们都觉得我像新婚初夜战战兢兢的新娘。”



夫人，不记得任何事的感觉是怎样的？听着情人的绵绵情话，感受他热切的渴望，却什么都记不住，这是一种什么感觉？

“我不清楚。”她说，“我自己都觉得有点疑惑。也许就像每次从梦中醒来的感觉。每次醒来，我都感到很孤单，时间在一秒一秒地流逝，却没留下痕迹。就像在忘川（Lethe）[1]中漂流，看不到岸。当我抬头呼

吸时，发现抓不住任何东西；当我回头看时，发现什么都看不到。”

夫人，告诉我，你的爱情还像以前那样热烈吗？没有记忆时感到的痛苦和喜悦，与披着记忆疲惫的外套感受到的一样深切吗？

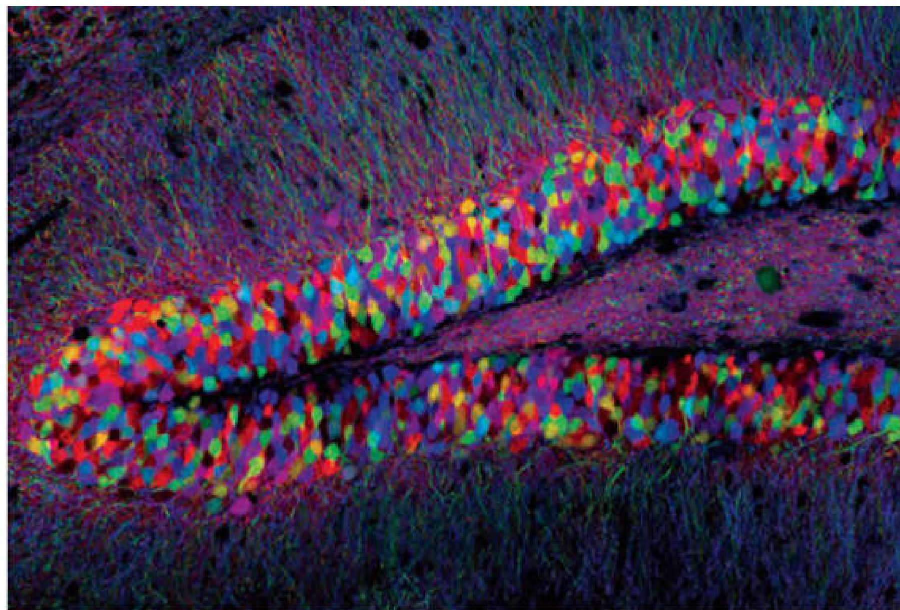
“不要再缠着她了。”弗里克突然又出现了，拉着伽利略走开，并对他说，“实际上，她对很多事情的记忆都消失了，要不了多久你就会把她问哭的。她的脑出了点问题，是颞叶深处的海马体受到损伤。海马体处在神经纤维汇集处的末端，起着主干道的作用：聚集一股股纤维（大脑皮层每个区域有一股纤维）形成我们意识到的事件。海马体将纤维聚集到一处，再进行快速编织，然后发送出去，这样我们才能立刻回想起整个事件。”

弗里克接着说，“你刚刚看到这位女士站在医院角落里，她待的这个房间你之前没有看到过。你脑内的海马体会将这个房间与这位女士漂亮的脸连接起来，并储存这个记忆。如果有一天你再次见到这个房间，海马体中与这个房间相关的纤维就会被扯动，这股纤维又和另一股与这位女士漂亮的脸的记忆相关的纤维缠绕在一起，于是就牵扯出关于这位女士的记忆。海马体通过分散到脑各部位的反向汇集的纤维束，与大脑皮层产生作用。当记忆形成后，我们就会回想起发生过的事情。但是现在这位女士脑中与过去相联系的记忆丢失了。”

伽利略无法忘记这位女士的眼睛。他返回去，再一次问她：“夫人，承认吧：你保持美貌的秘诀在于你的健忘；你与神灵做了约定——时间不会在你美丽的身体上留下痕迹，同样也不会在你的脑海里留下任何痕迹，你的想法转瞬而逝。”

她回答：“我不清楚，我自己都觉得有点疑惑。”然后又问道：“亲爱的王子（我想你一定是位王子吧），告诉我你是谁，从哪里来？”

这一次伽利略任由自己被弗里克带走。



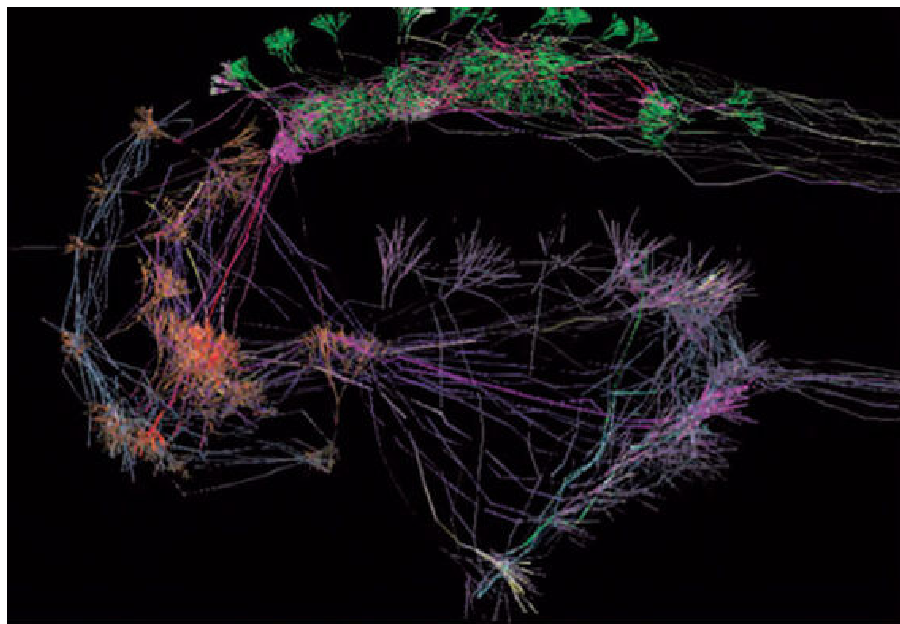
伽利略还在思考海马体。由几百万神经纤维组成的回路将海马体与大脑皮层联结起来，即便如此，海马体并不参与意识的产生，原因何在？

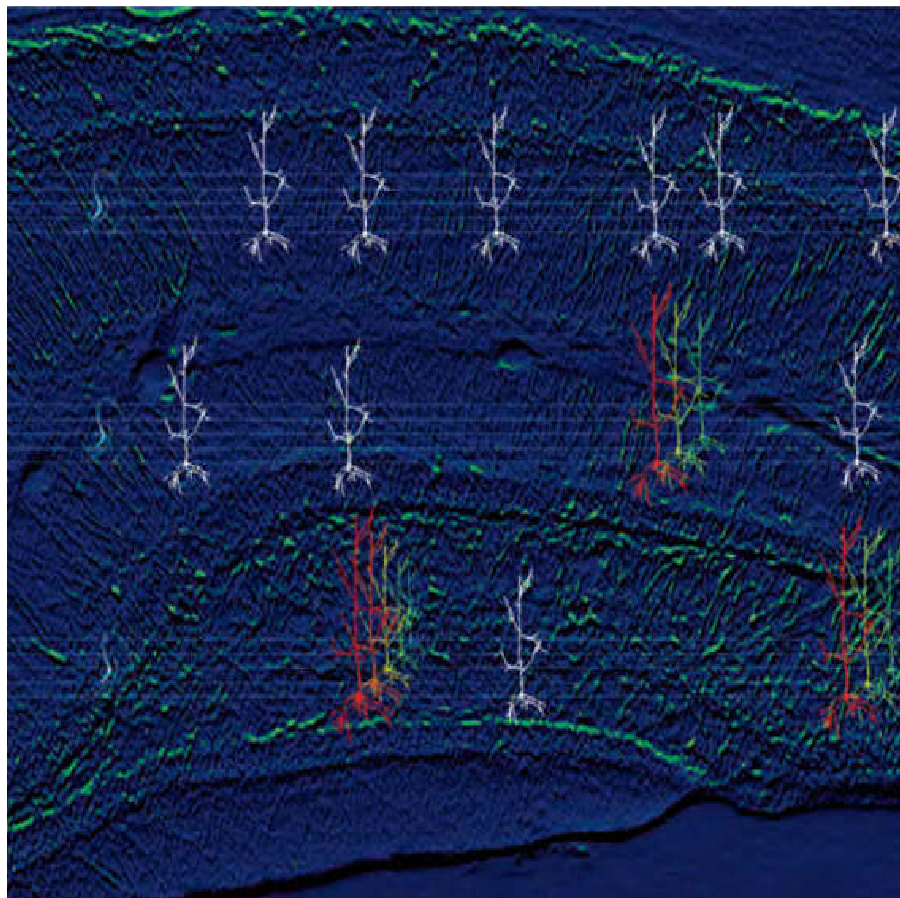
弗里克说："海马体只是奴隶，是意识众多奴隶中的一个。它能提供给意识的只是回忆的能力。没有了奴隶，意识这位女王被永远禁锢在当下的时刻：能看、听、触摸、思考，但是不记得任何事情，也不能想象新的事情——想象和记忆是双胞胎。尽管海马体与脑其他部位有各种关联，但它不参与意识的形成。"弗里克停顿了一下，又补充道："海马体只是其中一个例子。还有很多回路从大脑皮层延伸到脑下部的位置，与这些部位联结，再返回到大脑皮层。这些连线就像是大脑皮层的记账员，不停地在做计算。大脑皮层需要它们进行计算，但它们没有被意识的光芒照到。实际上，在大脑皮层内部一定还有很多这样的回路，其作用是分析图像、声音、物体、语言，并将分析结果付诸行动。"

伽利略没有被说服。弗里克就问他："那么告诉我，谁发明了寻找素数的方法？"

伽利略迟疑了一下，马上答道："我知道，运用埃拉托斯特尼（Eratosthenes）[2]筛法可以求得素数。"

"你是怎么想起这个名字的？"弗里克问，"想想看。在你的意识中，你肯定曾经听说过这个问题。然后怎样？然后意识从你的脑中拉出一些线，看了看，答案就出来了——埃拉托斯特尼，你都不知道这个过程是如何发生的。这些连线从脑部顶端开始环绕，经过神经中枢，再回到脑部。这些连线是心智的奴隶，它们能快速地完成使命，却不知道自己在做什么，为什么这样做，为谁这样做。它们又瞎又聋，只是机械地工作。这样的连线数量达上百万，多得如同小脑中的连线。如果没有这些连线，生活会变得一团糟：我们会花上一整天的时间系鞋带、扣纽扣。"说着，弗里克带领伽利略来到下一个房间。





房间很暗，很安静。在一片寂静中，一个低音音符在回荡。音符在颤动，音色饱满圆润，在近乎静止的空气中显得格外清晰。声音悬浮在空中，停了一会儿，逐渐消逝在沉寂的空气中。这是维奥尔六弦提琴的声音。

沉寂持续了一段时间。接着另一个低沉圆润的低音音符再次响起。过了一会儿，又一个音符响起。接着停顿下来，音符不再响起。

这是什么音乐？为什么弹奏得这么缓慢？伽利略最后问道。弗里克低声说："弹琴的人生病了，每个动作都很慢、很谨慎。以前不需费劲、不假思索的动作，现在需要有意识地想想。手指不可能再流畅地弹奏乐曲了，只能弹奏一个个单独的音符，弹奏每个音符都经过深思熟虑，仿

佛只有这个音符才能填满当前的时间。”

这时，传来了说话声，语速很慢：“只弹奏基本音，每个音符都是独自弹奏，让人听得清清楚楚，让每个音符有足够的时间慢慢消逝。”

一支蜡烛点燃了，一个女人的轮廓显现出来，伽利略认出了她。



时间追赶上了缪斯女神，很快她们的追赶者将会成为下一个对象。

手和思想已经失去了原有的灵敏性，有一天将不只是记忆落在后面，哀伤不已。

注解

这一章开头的诗句引自威尼斯女诗人、有名的高级妓女维罗妮卡·弗朗科（Veronica Franco）的作品。维罗妮卡的画像由丁托列托（Tintoretto）[3]所画，现藏于马萨诸塞州伍斯特艺术博物馆。伽利略在帕多瓦做教授时，为了远离同事和学生，自己玩得痛快些，曾在周末去过威尼斯。转基因小鼠海马神经细胞的显微照片是以脑彩虹技术拍摄的，由塔米利·韦斯曼（Tamily Weissman）提供。重建海马环路的照片由乔治·阿斯科利（Giorgio Ascoli）提供，重叠在海马区的神经元照片来自久瑞·布兹萨克。失去记忆的意识困境最初在亨利·M（Henry M.）的病例中出现。为了缓减亨利的癫痫症状，医生切除了他的海马体以及周边一些结构。菲利普·希尔茨（Philip Hilts）在《记忆的幽灵》（Memory's Ghost）一书中动情地讲述了亨利的故事。亨利经常会说："我自己都觉得有点疑惑。"我们在得出结论——海马体对意识产生没有直接关联——之前，应该比伽利略和弗里克更加谨慎，但这个观点似乎是合理的。芭芭拉·斯特罗齐（Barbara Strozzi）的画像是伯纳多·斯特罗齐（Bernardo Strozzi）[4]的作品。芭芭拉出生于威尼斯，她的家庭与梅第奇家族有关联。芭芭拉是她那个时代最伟大的音乐家之一，她还可能是位高级妓女。文中以她为例说明无意识组块的有用性：可以自动完成某些动作。

[1]　希腊神话中的遗忘之河，是冥府五大河流之一，亡魂饮此河之水以忘却人间事。——译者注

[2]　埃拉托斯特尼（前276—前194），希腊数学家、地理学家、天文学家、诗人，第一个计算出地球周长与地轴倾斜度的人。——译者注

[3] 丁托列托（1518—1594），意大利威尼斯画派著名画家。——译者注

[4] 伯纳多·斯特罗齐（1581—1644），意大利巴洛克著名画家。——译者注

第8章　分裂的脑

脑分裂成两半，意识也会分裂成两半

一个头脑中有两种心智，

两种心智在思索各自的命运。

每天协调一致齐声唱，

然而斗争打破了和谐，

一首曲调变成两首，

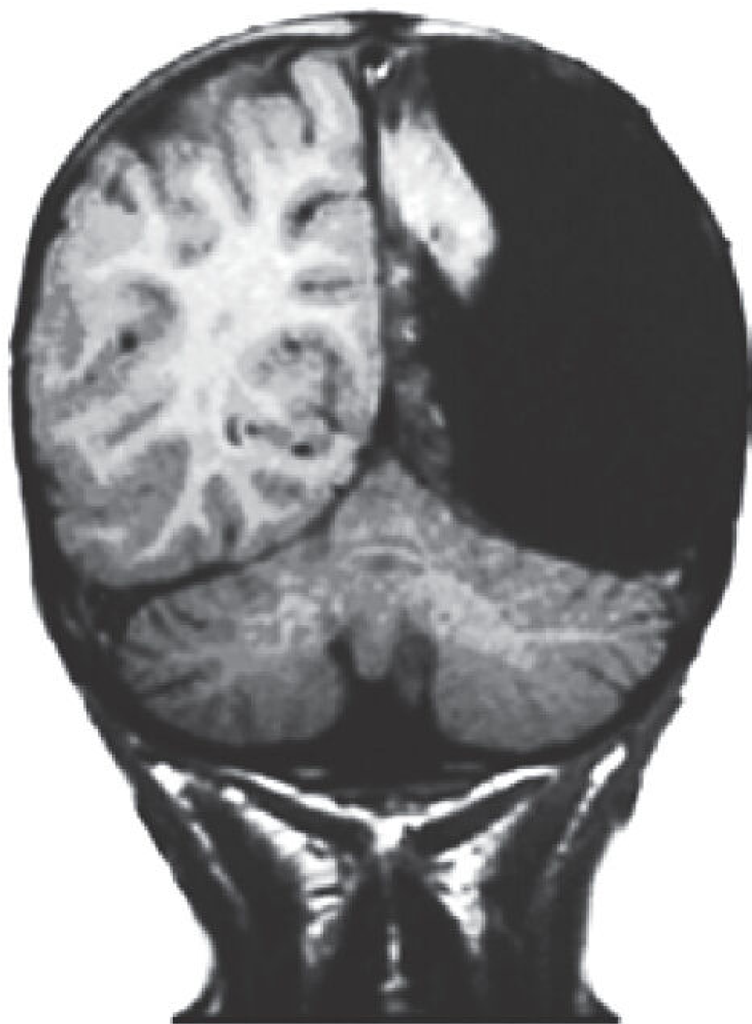
和谐不复存在。

由仆人组成的合唱团围着一个男人，反复咏唱这首曲子。男人在哀悼，一个男孩和着每一个节拍，用小提琴的琴弓鞭挞他。男人咬紧牙关，回过头对伽利略说：“我叫你来看我的发现，这样你就可以证明我没有发疯了。”他就是发疯的韦诺萨亲王。

“第一个发现是很久以前的事情了。”亲王说，“我有一个仆人，在他很小的时候我就教他弹琴。他的右手非常灵敏，无人能比。但是他的左手！呸！左手就像是动物的爪子，弹起琴来像是畜生在敲打琴键。他是一个集天使与野兽于一身的人。所以，当时机成熟，我就要求塞勒诺（Salerno）医生打开他的颅骨，看看到底是怎么回事。塞勒诺按照我说的做了，我们看到了他的脑内部。我们发现，控制他的右手的天使般的半脑处在左边，而不是我们原先认为的右边。”

亲王举起一个很大的玻璃花瓶。这个仆人的颅骨就放在花瓶中，脑

部保存完好，但只有左半脑。亲王说：“右半脑空空如也，这种空无是魔鬼的标识。”



伽利略想：是不是魔鬼暂且不管，这至少证明一个半脑就足够形成完整的心智——能说话、弹琴，还能做无数其他事情。但是伽利略不能继续想下去了。一眨眼的工夫，亲王让仆人们退下，然后带着伽利略沿着昏暗的、盘旋的楼梯往下走。



来到地下室，墙上的壁龛里盛着一男一女两具尸体。房间中间摆着一张大理石桌，桌上躺着一个年轻男人，全身裹着一层覆盖物，看上去也像是大理石做的。他的手臂举过头顶，颅骨被打开了。塞勒诺站在后面，个子瘦长，面色忧郁，手上拿着两个铜格子，格子里放着一些小管子。格子与两个大缸相连，一个缸里盛满了冰，另一个缸里盛满了沸水。



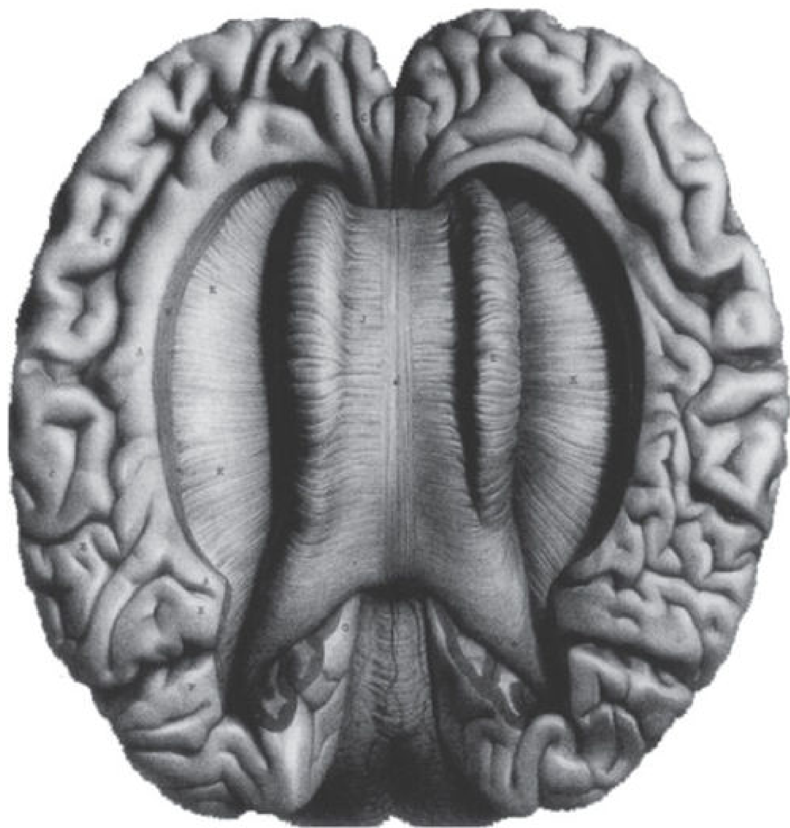
塞勒诺低声说："这个仆人不能让自己眼睛保持不动，所以我用自制

的糨糊使他的眼睛直视前方。”

亲王对伽利略说：“这是我最了不起的发现。躺在这里的仆人从小就能够完全独立地运用双手，但是不管弹奏何种乐曲，弹到一半的时候，癫痫就会发作：身体僵硬、大声尖叫、口吐白沫。或许是魔鬼嫉妒他完美的演奏吧。他的演奏才能因此毫无用武之地。”

亲王继续说道：“所以我要塞勒诺打开他的颅骨，看看他的左右半脑是连着的（所有死尸的左右半脑就是通过又厚又硬的纤维连着的），还是分开的（就像一对夫妻音乐家，已经断绝了所有其他关系，但还是在一个房子里唱歌、生活）。”

“塞勒诺是个魔术师。”亲王说，“他能打开活人的颅骨，而使人感觉不到痛楚。为了观察他在弹奏时脑是如何运作的，我用威尼斯水晶制作了一个壳，盖在他的脑上面，以保护脑部。结果让我们大吃一惊：在他弹奏时，左右半脑并不是分开的，而是联结着的，就像平时那样。于是，塞勒诺造了这些铜管，往里面灌入冰水或热水，铜管能够在瞬间变冷或变热。”



塞勒诺说：“伽利略，如果将他的整个脑的表层冰冻起来，那么他所有的活力都会消失：他会变瞎、变聋、变哑，会瘫痪，就像一具死尸。但是，如果像我现在做的那样，只是将右半脑冰冻，你会发现他的左手臂松弛地垂下来，显得迟钝、没有生气。”确实是这样的，这个人的左手臂垂下来，搁在身边大理石做的遮盖物上。塞勒诺说：“如果他的右半脑被冰冻起来，他的左半脑还在运作，他的右手还能弹出最动人的曲子。”

“告诉这位客人你是谁。”亲王命令这个仆人。

“我是伊什梅（Ishma），孤独的伊什梅。”他回答道，像是被施了魔法似的。

“现在认真听我说。”亲王大声说道，一边拉动绳子：挡在伊什梅眼睛前面的大理石覆盖物被揭开了。

“伊什梅，告诉我你看到了什么。”亲王说。

“我看到一位仙女，魅力四射，端庄大方，有一张甜美的脸。”

“还看到了什么？”亲王问。

“没有了。”伊什梅说，“她应该戴一个百合花的花冠。她应该待在伊甸园里，那里鸟儿在唱着赞美她的歌。”



“你有没有不舒服，伊什梅？”

“没有。”他回答，“我没有不舒服，只是我的眼睛不能动。”

“你的眼睛马上就能动了。”塞勒诺说。然后对伽利略说：“让他的眼睛直视前方，他的左半脑只能看到事物的右半部分，右半脑只能看到事物的左半部分。因此，我们可以问任何一个半脑一些私密的问题，而另一个半脑对此并不知情。”

伽利略想：很明显，左半脑有足够的、完整的意识，可以看、听、想。我们需要两条腿走路，但思考问题，一个半脑就够了。然而还是缺少了什么东西，他的意识只能看到雕像右侧。

“现在换过来试试。”亲王命令塞勒诺道，“开始了。”

塞勒诺将联结冰的铜格子移到左半脑，将联结热水的铜格子移到右半脑，这样右半脑就会恢复活力。

“他右半脑的语言能力没有左半脑那么好。”亲王提醒伽利略。过了一会儿，亲王看到仆人举起左手，垂下右手，然后就命令道：“告诉我你是谁。”

“埃尔（El）。”仆人右半脑给出的回答。停顿了很长时间，接着说，“上帝。”

“埃尔，你是不是发生了什么事情？你有奇怪的感觉吗？”

“没有。”过了半天，埃尔回答道。

“你有什么改变吗？”

“没有。”埃尔说。

“你前面是什么？”



过了一些时候，埃尔犹豫地说：“像野兽般的男人。”

“这个男人旁边是什么？”

“什么都没有。”埃尔说。

“还看到什么吗？”亲王问。

“像野兽般的男人。”埃尔回答。

伽利略想：右半脑也能形成完整的意识，能看、听、想、说，尽管说得很慢。但是这次他的意识只能看到雕像左侧。

亲王说：“接着看。塞勒诺，加热两个半脑。确保两个半脑之间的纤维也被加热。”

塞勒诺照做了，这时仆人抬起双臂，好像在做祈祷，但他的眼睛还是闭着的。

“你是谁？”亲王问。

“我叫伊什梅埃尔（Ishmael）。”仆人回答，“我能听到上帝说话。”

“睁开眼睛。”亲王命令道。

仆人发出了一声惊叫。

“伊什梅，你为什么要惊叫？”亲王厉声问道，“你看到什么了？”

“亲王，我看到了他们两个人。我看到美丽的夫人，我还看到这个讨厌的畜生，他像野兽般拥抱着这位夫人。我看见他们缠在一起，恐怕他们的报应要来了。”



亲王用手帕碰了下仆人的眼睛，好像在安慰他。

“报应已经来了，伊什梅埃尔。这位夫人现在很纯洁。我已经将她净化了，她纯洁的灵魂将会离开她那可怜的身体。”

伽利略想：亲王还像以前那么疯狂，拿仆人的脑子开玩笑，或者说拿仆人的两个半脑开玩笑。然而，这是个很有趣的游戏。这个仆人的左半脑是伊什梅，右半脑是埃尔。当塞勒诺将两个半脑恢复正常，他不是单独地想起两个自己，而是将伊什梅与埃尔融合到一个意识中，成为一个伊什梅埃尔。这个伊什梅埃尔能够看到整个雕像。

伽利略问：如果冷冻的不是两个半脑，而只是联结两个半脑的纤维，情况会如何？

塞勒诺很高兴，说：“这是个很聪明的问题。将他两个半脑的纤维冰冻起来后，他的双手仍旧有力气，但是伊什梅埃尔不见了。他分裂成伊什梅和埃尔两个人，一个能意识到事物的右侧，另一个能意识到事物的

左侧。”

伽利略想：这么说脑分裂成两半，意识也会分裂成两半。

这时伽利略想到了一幅图像：他看到仆人的双臂，左手臂抬起，右手臂垂下，接着右手臂抬起，左手臂垂下，这样循环往复，抬起和垂下的速度越来越快。伽利略问塞勒诺：“告诉我，当你冷冻他的右半脑，然后又将它解冻，再冷冻、解冻，如此重复，速度越来越快，会出现什么情况？他会感到自己的改变，还是会以为什么都没变？”

塞勒诺回答：“每个半脑都会很快适应其所处的状态，并不知道缺失了什么。就如同你看不到自己背后的东西，但你没觉得自己哪里看不到。但是如果鸽子看不到身后的东西，它就会觉得自己是半瞎的。因此，如果一个人一出生就是瞎的，他就不会知道何谓看得见，永远也不会知道自己缺失了什么。如果他是独自成长的，他就会认为没有什么不对劲，就像一只整天在挖洞的鼹鼠，什么都看不见，什么都意识不到。一次有人告诉我，美洲的一些野人具有另外一种感觉，是听觉、视觉、触觉、味觉、嗅觉之外的感觉。这种感觉使他们具有惊人的能力：可以判断一个人的言辞和行为是真的还是假的。就像我们能够闻出红酒是好是劣，这些野人能够感觉到真或伪。如果他们觉得你明显在撒谎，他们就会蹲在地上，仰起头，发出低沉的怒吼。你是否觉得自己缺失了这种感受真相的奇异的第六感呢？你会因为自己没有这种第六感而产生一种被剥夺了的感觉吗？”

伽利略说：我怎么知道呢？我永远无法知道自己所缺失的东西。实际上，一个人的心智就是一个宇宙，但这个宇宙是有边界的。不管边界之内的宇宙有多大，我们都无法跳到边界之外。

“是的。”塞勒诺说，“那么一个人需要拥有多少心智呢？”

卡洛·杰苏阿尔多（Carlo Gesualdo）[1]是意大利韦诺萨的亲王，与伽利略年纪相仿，以他独特的风格闻名（不只是音乐方面的怪诞风格）。杰苏阿尔多的妻子与她的情人被他当场抓住，他用剑杀死他们，然后将他们的尸体挂在宅邸前公开示众。之后，他受抑郁症的折磨，让年轻的仆人不停地狠狠鞭打自己。他在那不勒斯的宅邸后来转到雷蒙德·迪·桑格罗（Raimondo de Sangro）[2]手上。桑格罗是圣塞韦罗亲王，像杰苏阿尔多一样喜爱听年轻男孩唱歌，并沉迷于炼金术。据说他和医生塞勒诺为了做出人体血管和器官的完美模型，给一个男人和一个孕妇注射了一种神秘的麻醉物。他们做的模型现在还保存在圣塞韦罗礼拜堂中。另外，塞勒诺与桑麻提诺（Sanmartino）如何将大理石做的覆盖物盖在基督身上，至今仍然是一个谜。基督的石像现今陈列在圣塞韦罗礼拜堂中央。大理石雕像《谦逊》（Modesty）也陈列在礼拜堂中。雕像以桑格罗亲王的母亲为模型，由安东尼奥·科拉迪尼（Antonio Corradini）[3]雕塑。雕像的寓意是：必须揭开面纱，才能获取知识。雕像《幻灭》（Disillusion）以桑格罗亲王的父亲为模型，由弗朗西斯科·奎埃罗（Francesco Queirolo）[4]雕刻，表现人物在智者的帮助下努力挣脱错误信仰的束缚。左右半脑的图片来自阿西里·路易斯·福维尔（Achille-Louis Foville）[5]的图册，左右半脑被剖开，是为了展示联结左右半脑的胼胝体。实际上，有很多患者在做了脑半球切除术后还能过几乎正常的生活。文中对塞勒诺实验的描述，是受韦达测试（Wada test）的启发（加上作者的想象力）。韦达实验过程如下：将麻醉剂分别注入左右半脑的血液循环中，测试左右半脑的独立功能。一般来说，左半脑控制语言能力，或者说与语言能力关系更密切。加扎尼加（Gazzaniga）、博根（Bogen）、斯佩里（Sperry）等人做的一些经典实验证明：脑分裂后，每个半脑只能看到一半的视野，而对另一半脑看

到的视野一无所知。

[1] 卡洛·杰苏阿尔多（1560—1613），韦诺萨亲王、孔扎伯爵，意大利文艺复兴晚期著名作曲家、鲁特琴演奏家。——译者注

[2] 雷蒙德·迪·桑格罗（1710—1771），意大利贵族，发明家、作家、科学家，因重建那不勒斯的圣塞韦罗礼拜堂而闻名。——译者注

[3] 安东尼奥·科拉迪尼（1668—1752），意大利雕塑家。——译者注

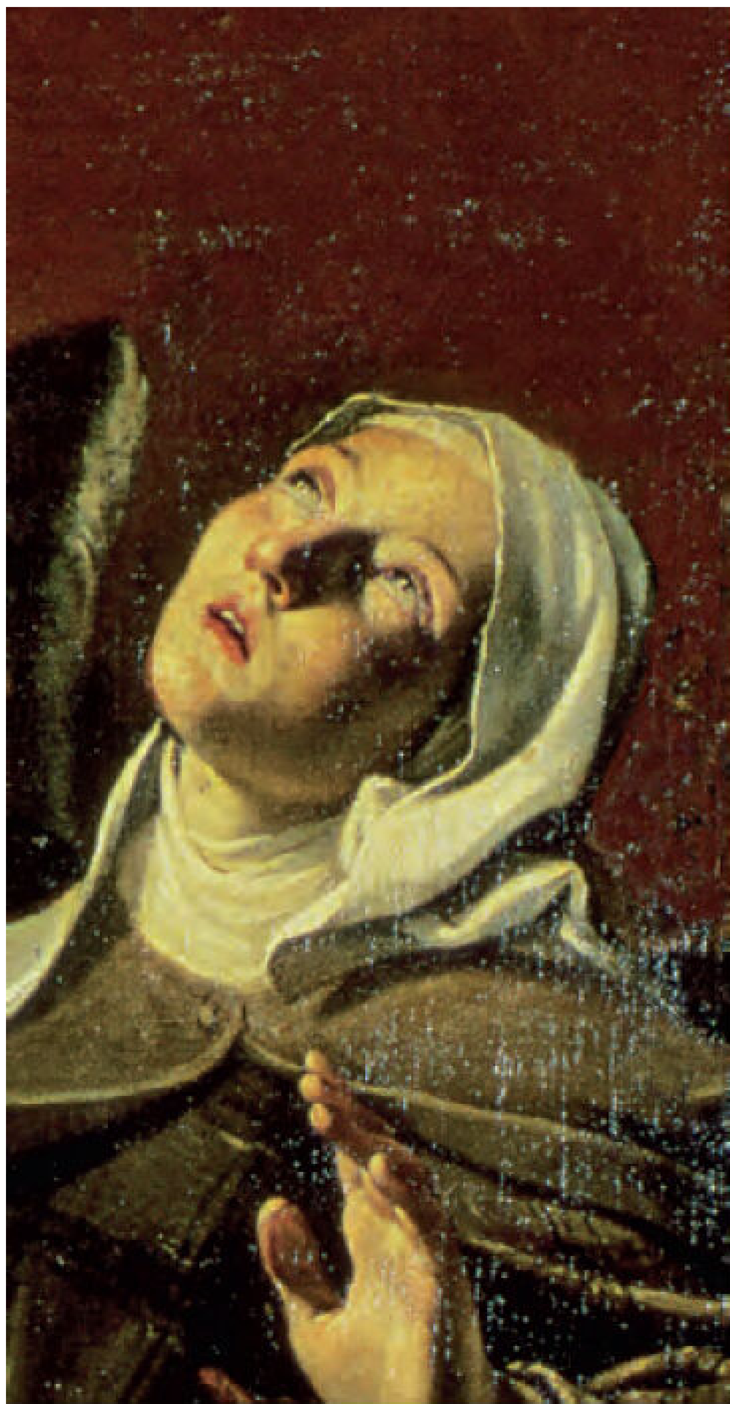
[4] 弗朗西斯科·奎埃罗（1704—1762），意大利雕塑家。——译者注

[5] 阿西里·路易斯·福维尔（1799—1878），法国神经病学家。——译者注

第9章　矛盾的脑

脑的不同区域缺乏交流，意识会分裂

“三个男人来到我的心房外，坐在外面，不是待在爱逗留的地方。我发誓，我唯一的爱是献给上帝的。”



说这句话的女人伸着双手往前走着。一个叫比索的男人搀着她的胳膊给她带路，态度温和。

伽利略想：又是一位女盲人。从她的打扮看，她应该是个修女。他转过头问弗里克：“这次又是什么情况？”

“这位女士很奇怪。”弗里克回答，“跟前面两位盲人——男盲人画家失去眼睛，老女人视觉皮层受损——不同，这位女士并不缺失什么。实际上，她能够看见，只是她是无意识地在看。你瞧。”弗里克一边说，一边拿一根长棍子指着这个女人。这个女人正在往前走，当她马上要碰到棍子时，转向了右边。弗里克再次用棍子指着她，她又在刚要碰到棍子的时候转身走开了。

“刚才你为什么要转身？”他问这个女人。

“我以为自己听到响声。”她回答。

“看到了吧。”弗里克大声说，“她能看得见，但是她拒绝承认。我敢肯定她的脑子一定出了什么问题：出于某种原因，她脑内产生意识的神经元联盟决定从视觉领域撤退。但是，某些视觉模块仍然在无意识地运作，就像僵尸。”

僵尸是什么？伽利略问。

“僵尸是脑内的一个机械装置，其运作方式是无意识的，就像机器人。”弗里克回答，“以特蕾莎为例，她的脑内有一个专门的小机器，可以察觉到障碍物，然后避开障碍物，但机器的这些行为是独立完成的，特蕾莎本人并不知道。”



“说得好。”比索插入道，“特蕾莎的脑出了问题。我几年前就这么说，但我的同事们仍然认为是她的子宫有问题，强迫她戴上含有药物的子宫托，还用熏蒸的方法对她的子宫进行消毒。”

接着比索压低声音，告诉伽利略和弗里克：“特蕾莎可不是一般的女子。她懂拉丁语，会做诗，她的智慧和逻辑推理能力让那些知识渊博的

学者都自愧不如。但这恰恰也是她不幸的开始。她爱上了一位哲学家，那是一个雄心勃勃的年轻人，锋芒毕露，他的才华击败了一个又一个对手。很快那些对手开始报复，将他阉割了。为了给他的情人——特蕾莎——一个教训，他们当着她的面实施报复。当天特蕾莎就病倒了，之后的7个月她都看不见东西，即使是现在，她还经常晕倒。她时而晕倒，时而看不见东西。”



后来怎么样了？伽利略问道。

“还是老一套。”比索回答，“她去了修道院。特蕾莎，你能不能告诉我们那位先生后来怎么样了？”

特蕾莎垂下眼睑，说：“我们曾经秘密结婚，但是他一天都不能离开

尘世间的伴侣——哲学，他说没有什么可以与哲学相匹敌。对我来说，妻子这个名分毫无意义，还不如情人更甜蜜。做情人，享受爱与被爱的感觉。这样的话，我们每天都会向彼此表达爱与忠诚，不会成为两个被婚姻的枷锁锁在一起的疲惫的囚徒。所以，当我们被迫分开时，我们宣誓忠于彼此。他的誓言让他的美德更加熠熠生辉，没有人能这样，他是唯一的一个。我很想知道他在哪里。但是我担心，他对我的爱已经枯萎，因为他从来没有找过我。我会原谅他，原谅他人可以拯救灵魂，但是无法挽回爱情。”

“你还记不记得你们是如何分开的？”比索问。

“一天晚上，我和他在睡觉。忽然我听到一声惊叫，然后陷入一片黑暗。我醒来时，感到自己的心被取走了。现在我的心在别处跳动，我分裂成了两半。”

“她知道的可能比她自己认为的要多。”比索低声说，“我不确定看得见的那个她是否真的是无意识的。虽然她坚持说自己看不见，但是她的左手能做其他盲人做不了的事情。你看着。”他拉着特蕾莎的手，帮她坐下来，然后拿起一副纸牌。

“特蕾莎，告诉我，你看得到这些纸牌吗？”他将纸牌摊开，摆在桌上。

“我瞎了，怎么能看得见呢？”她回答。

“这是什么牌？”比索拿起梅花4。

“我怎么能知道呢？”特蕾莎回答。

“这些牌中你最喜欢哪一张？”比索将牌摊开，使黑桃J放在中间，特

别显眼。



特蕾莎脸红了，说："医生，别取笑我了。你是不是在玩什么花招？"与此同时，她的左手拿起黑桃J，翻过来，正面朝下放到桌上，动作非常灵敏。

"了不起吧。"比索看着弗里克和伽利略说，"她脑内控制左手的部分能够很清楚地看到纸牌，比僵尸灵敏多了。"

我们怎么知道她不是假装自己是瞎的呢？伽利略打趣道。

“她为什么要假装？”比索平静地说，“有几次当她以为自己看不见的时候，我仔细地观察她，但是她的行为还是像个盲人。而且，有时候她不只看不到，还处于一种出神的状态，如果有人使劲捏她锁骨上方的肌肉，或者用尖尖的指甲戳她，她都不会抱怨。”

“很有意思。”弗里克看着伽利略，说，“特蕾莎是癔症性失明，以前人们以为这是由子宫内的湿气引起的。但我们刚才看到的情况使我相信比索的看法。如果看得见的那个她能够认出纸牌，看到黑桃J会脸红，在很多情况下行为得当，那就很难说她是无意识的。因此，她脑内可能还存在一个次要意识，是从她主要的、占支配地位的意识中分裂出来的，而跟我们说话的是主要意识。”

伽利略想到了伊什梅埃尔。塞勒诺将他脑内联结两个半脑的神经纤维冷冻起来，从而使他的脑分裂为两半，他的意识也分裂成两半，一半是伊什梅，一半是埃尔。特蕾莎的意识是否也分裂成两半，一半会说话，一半看得见东西？而看得见的那个特蕾莎不会说话，就像埃尔一样？是否有一个秘密的旅客藏在她的颅骨内，只有在不被看见的时候才走出来？

“我也这样认为。”比索说，“特蕾莎这种情况，就好比一个颅骨内住着一个女盲人和一个女哑巴，但她们并不知道彼此生活在一起。也许她的脑内出现了一个缺口，将控制语言的部分与控制视觉的部分分隔开来。”

“确实如此。”弗里克赞同道，“也许她的脑被两大联盟占领了，两个联盟互相斗争，争夺控制权。他们在大脑皮层开展斗争——前进、撤退，分裂、合并，而现在两个联盟处于分裂状态。能够听到的联盟控制

了脑的北部地区，受其控制的特蕾莎会跟我们说话，决定下一步该做什么。能够看见的联盟被排挤出这些领域，统治着南部的视觉区域，受其控制的特蕾莎能看、能理解，但不能说话，偶尔会发动一次突然袭击——用左手快速出击。”



“就是这样。”比索说，“记住，她脑部的分裂与合并状态可以在瞬间发生转变。让我再试试。我刚刚收到一个包裹，这会让她开心。”他对弗里克和伽利略眨了一下眼，然后对特蕾莎说：“特蕾莎，你收到了一份礼

物，你看得到吗？”比索说着，把一个木盒子放到桌上。特蕾莎摇摇头。比索说：“这份礼物是一个崇拜你的人送的，那个人希望重新获得你的信任。”特蕾莎又摇了摇头。

比索打开木盒子，是满满的一盒小齿轮与小铃铛。他摇动曲柄，盒子马上开始歌唱，如小鸟在鸣啭。

“看。”比索对弗里克与伽利略说，“这是个音乐盒。多美的歌曲啊！巴黎夏天的夜晚，年轻的男子会为他钟爱的女子唱这首歌。最重要的一点是，这首歌的歌词和曲调的作者是……”他停下来，看着特蕾莎。

她伸出双臂，跪在地上，闭上眼睛。接着她用低声唱起了这首歌，边唱边轻轻地摇头。唱完后，她站了起来，默默流泪。“这是我的歌曲！”她低声说，“我的歌曲，是他写给我的，歌里说他一直在想我。就是这首歌，让他打破了沉默对我表白，也让我无限欣喜。”特蕾莎慢慢睁开眼睛，看着天空，然后她又哭了：“上帝啊，我又变成一个完整的人了，我能够看见了，我看到灵魂的发源地是一张水晶床，我看到神圣的太阳发出耀眼的光芒，我看到金色的矛枪消失在火里。”

比索轻轻地握住她的手，说：“我知道，听到他写的歌词可能会让你痊愈，尽管只是音乐盒里放出的曲子。”他接着对弗里克和伽利略说：“你们看，由于特蕾莎听到爱人的歌曲，她脑内可以看见的部分与可以说话的部分和解了，就如同撤去将水和酒分开的隔离物，酒水就会相溶，合二为一。”

伽利略想：也许这种情况就像一个人与一位朋友在狂风中说话，风吹起的时候，你的朋友听不到你说的话，你也听不到他说的话。忽然风停了下来，你们就可以继续交谈。也许她脑内的某些部分被一种神经“风”分开了，当她伤心时，就会刮起这种风。



伽利略又想道：也许这样的“风”不只在特蕾莎的脑中刮起，也许他

自己的脑中隐藏着某些秘密的部分，在日夜密谋，试图实施各种诡计；做一些他不喜欢做的事情：让他一会儿悲伤一会儿高兴，一会儿态度友好一会儿态度恶劣，而不告诉他这么做的原因；他也不跟这些秘密的部分说话，不让它们听到理性的声音。他脑内有多少这样的双胞胎呢？一个人的头脑里装了多少个不同的自我呢？

注解

文中的比索指的是法国医生查尔斯·勒·波伊斯（Charles Le Pois）。1618年，波伊斯依据经验和理性（以他自己的话来说），摒弃已流行两千多年的有关歇斯底里症的学说，提出自己的观点：每个年龄段的人都会患歇斯底里症；不只是女人会患上歇斯底里症，男人也会得歇斯底里症；歇斯底里症是由于脑出了问题，不是子宫有问题。一种观点认为，歇斯底里症（现在称作转换障碍）的某些症状是由于脑不同区域之间出现功能性、可逆性断裂，或者脑内主要通路被阻塞。这种观点可能是对的，虽然无法得到证明。特蕾莎的心智肯定是分裂的，而且程度不轻，因为她有多重人格。特蕾莎这个人物的原型之一是赫洛伊丝（Heloise）[1]。赫洛伊丝是彼得·阿伯拉（Peter Abelard）[2]的情人与秘密妻子。可能由于竞争对手的煽动，阿伯拉受到了卑鄙的袭击（被阉割），之后被迫将赫洛伊丝送去修道院做修女。阿伯拉不仅是位哲学家，还是位作曲家。他最初写一些爱情歌曲献给赫洛伊丝；后来对写爱情歌曲失去兴趣，在成为修道士后，他写了一些宗教主题的歌曲。阿伯拉的歌曲只有少数几首流传下来，他创作了一部赞美诗集，其中一首诗的题目很奇怪，是《哦，例如什么》（O quanta qualia）。特蕾莎的另一原型是亚维拉的圣德兰（St.Teresa of Avila）[3]。没有资料表明赫洛伊丝或圣德兰患有歇斯底里症，虽然有些人会认为圣德兰的沉迷与其他奇特的宗教现象是近乎病态的。当一个人陷入狂热的恋爱时，也可能出现歇斯底里症的一些症状，如麻痹、失明、晕倒、失语。然而这方面的资料备受忽

视，值得深入研究。最后，特蕾莎的另外几个原型来自皮埃尔·珍妮特（Pierre Janet）描述的几位患者。珍妮特在其医学论文中介绍了精神功能的“分裂”，强调歇斯底里症与早期创伤有关联，他举的很多例子证明了“潜意识”的作用。

弗里克与比索思考的有关这方面的问题确实很难。无意识的知觉和无意识的行为究竟是没有意识的，由被称作“僵尸系统”的、功能单一的模块完成的；还是有意识的，就像脑分裂患者不占支配地位的那个半脑在占支配地位的意识面前将自己隐藏起来？我们该如何判断？“僵尸系统”的说法来自克里克和科赫的文章《意识框架》（载于2003年《自然神经科学》期刊）。在这一章的结尾，伽利略在思考一个问题：他能在多大程度上控制着自己的脑和行为。在他的脑中是否隐藏着另一个害羞的、偷偷摸摸的伽利略？这个伽利略能看到并做一些占支配地位的伽利略可能会忽视的事情，还带有一些讨厌的偏见，会在不经意间说漏一些事情？但是究竟哪一个具有掌控权呢？这个偷偷摸摸的伽利略一直默默跟随着，没有多少发言权，他会想些什么呢？这一章开头的引文来自但丁的《诗集》。第一幅画像是乔万尼·兰弗朗克（Giovanni Lanfranco）[4]的《科尔托纳的圣玛格丽特的沉迷》（The Ecstasy of Saint Margaret of Cortona），现藏于佛罗伦萨的皮蒂宫。安德烈·布鲁叶（Andre Brouillet）的画作《夏尔科医生在萨勒贝特里埃医院的演讲》，表现了让·马丁·夏尔科（Jean-Martin Charcot）[5]向观众展示布兰奇歇斯底里症发作时的情况。图中的布兰奇由夏尔科的学生、神经病学家巴宾斯基（Babinski）扶着。珍妮特和弗洛伊德也参加了夏尔科的演讲会。表现一位患者沉浸在狂喜中的照片来自夏尔科的《萨勒贝特里埃医院图画集》。安吉里卡·考夫曼（Angelica Kauffmann）[6]的画作《阿伯特向赫洛伊丝求婚》（Abelard Soliciting the Hand of Heloise）现藏于英国林肯郡伯利府博物馆。让·巴蒂斯特·西梅翁·夏尔丹（Jean-Baptiste-Simeon

Chardin）[7]的画作《鸟风琴》（The Bird Organ）现藏于巴黎罗浮宫。贝尼尼的雕像《圣德兰的沉迷》（The Ecstasy of Saint Teresa）现藏于罗马胜利之后圣母堂。

[1] 赫洛伊丝（1100？—1164），法国作家、学者、女修道院院长，以其与彼得·阿伯拉的爱情而闻名。——译者注

[2] 彼得·阿伯拉（1079—1142），法国哲学家、神学家、逻辑学家、作曲家。——译者注

[3] 圣德兰（1515—1582），杰出的西班牙神秘主义者、罗马天主教圣人、加尔默罗会修女、反宗教改革作家。——译者注

[4] 乔万尼·兰弗朗克（1582—1647），意大利巴洛克风格画家。——译者注

[5] 让·马丁·夏尔科（1825—1893），法国神经病学家，被誉为现代神经病学的奠基者。——译者注

[6] 安吉里卡·考夫曼（1741—1807），奥地利新古典主义画家。——译者注

[7] 让·巴蒂斯特·西梅翁·夏尔丹（1699—1779），18 世纪法国画家，著名的静物画大师。——译者注

第10章　着魔的脑

大脑皮层的神经元同时猛烈发放，如癫痫发作时，意识会消失

借着微弱的灯光，伽利略依稀辨认出那是一个狭窄的院子，四周围着三四排的木板。一群衣衫褴褛的村民挤在木板边上，将木板挤得摇摇晃晃，嘎吱作响。村民们尽力探出身，大声叫喊着，伽利略听不懂他们的语言。叫喊声一阵一阵的，时断时续，听上去像是从高处传来似的。女人们抱着孩子。伽利略想：这个地方的气候也恶劣了。凛冽的寒风刮起时，伽利略用羊毛织物捂住了耳朵。

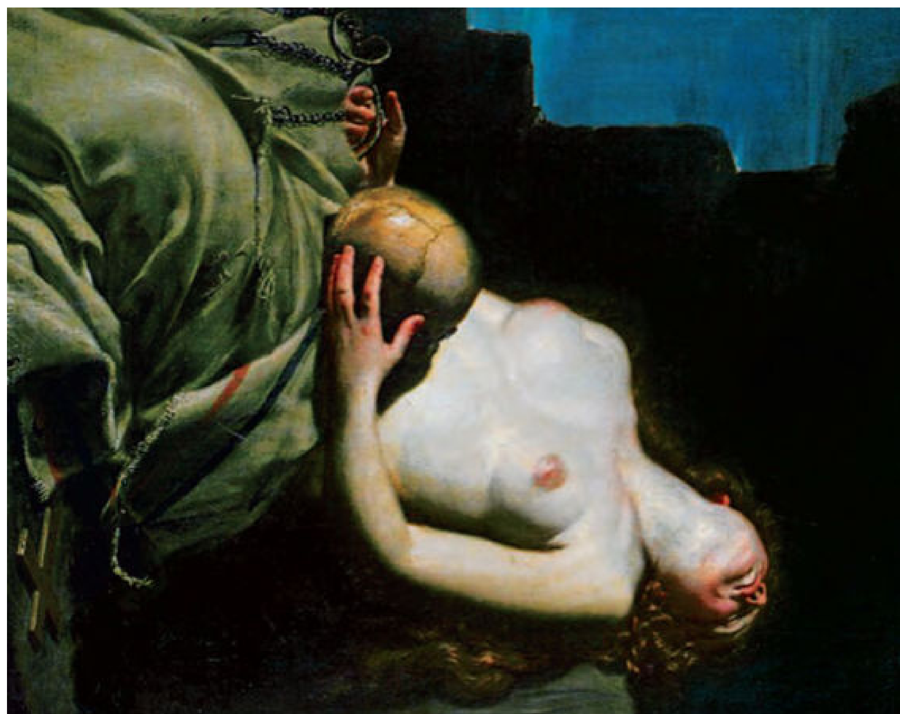
院子中央的木轮上面绑着一个女孩，大概有16岁，她的脖子上套着一根绳子，腰上也绕着一根绳子。她的长头发垂向一边，浸在一个肮脏的水桶里。为了看清楚她，伽利略握紧了望远镜：一个胖修士正忙着摆弄这个女孩，他戴着黑色的面罩，看不清他的脸。一个看上去像神职人员的男人站在修士旁边，似乎在大声朗读，但是听不到他在读些什么。

伽利略感到有人在拉扯自己的外套，是两个面容消瘦、显得老相的孩子。伽利略吓唬他们，想让他们松手，但是他们宁愿挨打也不让他走。这两个孩子带着嘲讽的神情，递给伽利略一张纸条，从纸条上字迹可以看出写字的人意志坚定、颇有教养。但这两个孩子攥着纸条不肯放手，最后纸条被撕成两半。伽利略不得不使劲将他们的手腕反转过来，但是他们的表情一点都不痛苦。其中一个孩子带着讥笑的表情对另一个孩子说：“我们其中的一个。我们其中的一个。”伽利略听到的好像是这样的。

这张纸条是学识渊博的赫尔姆斯塔特（Helmstadt）医生写的。纸条上说这个女孩是个癫痫患者，医生希望通过她最终证明自己的理论是

正确的。医生转弯抹角地表达了他的观点：癫痫不是由超自然的因素引起的，而是由于人脑内的精气过于旺盛导致的。这些村民与粗鲁的修道士可能以为她是一个女巫，会在癫痫发作时与魔鬼性交。但是他更清楚是怎么回事。“我觉得宗教只是幼稚的消遣物，世上没有罪恶，有的只是无知。”医生的纸条上是这么写的。

胖修士头朝向天空，用粗俗的拉丁语大声喊着：“现在有了上帝的帮助，这个女人会招供一切的。”一个女人非常气愤地来到院子里，手上拿着一个大平底锅：锅里的豆子全都腐烂了。她说这肯定是女巫所为，修士将这个女人打发走。这还不算，还有更严重的指控。神职人员慢慢摇动木轮，似乎要确保听到木轮发出的每一声刺耳的声音。伽利略听到他用文雅的拉丁文说：“漂亮的女人就像是母猪鼻子上的金戒指。”他戴着一顶帽子，帽檐向上卷起。伽利略看到一个男人手里拿着工具，从后面出来，向女孩走去。伽利略想：这个男人一定是医生。



人群中又发出一阵叫喊声，把女孩的声音淹没了。医生站在后面，用手摸着女孩的头，似乎再一次确定一切都正常。然后轻轻地拨弄她的头发，好像在细细打量一件珍贵的编织物。医生用手上的工具小心地检查她的头皮，很明显他希望尽量不给她造成任何伤害。忽然，他高高举起手，手上拿着的工具看上去像是一把很大的外科手术刀。他狠狠地割了几下，撕掉一小块头皮，头皮还跟下面的骨头连着。他盯着女孩头上开口的地方，绕着她身边走了一圈，接着似乎朝伽利略招了招手。一盏油灯照在女孩暴露在外的脑的表层上，医生快速地用手指将表层擦干净。女孩的脑跟她的皮肤一样苍白。



伽利略差点叫出声来，不过就算他喊出来，声音也会被人群的喧闹声所淹没。他差点让人们注意到自己，这是很不明智的，因为你不知道一群难以驾驭的民众会做出什么事情来。而且，这两个小孩也很碍事，他们紧紧攥住他的衣服，他自己都没察觉到。

医生在跟女孩说话，想让她平静下来。修士举起手臂，人群安静了下来。医生看着女孩头上的开口处，朝伽利略做了个手势。教堂的钟声响了，伽利略透过望远镜看到她的脑忽然肿胀起来。医生的眼睛发亮了。他问女孩，是否要做祷告。她说想做，在她做祷告的时候，脑先是肿起，接着又平伏下去。伽利略想，祷告使她的脑很兴奋。

人群中发出吵闹声。医生保证很快就好了。神职人员很不耐烦。他的名字叫施莱普福斯，年轻时就因出色的服务而被任命为裁判，至少他自己是这么说的。他的主要原则很简单：罪恶是不容怀疑的。他很乐意为科学的利益服务，只要科学服务于更高的利益。



医生递给女孩一点喝的东西，她急切地接过杯子喝了。忽然她尖叫了一声。过了一会儿，她被绑在木轮上的四肢紧绷，被绳子绑着的背部也弓了起来。医生问她问题，或者碰碰她，她都没有任何反应。“她失去意识了。”医生说，“正如我的估计，喝一小口就足以让她晕过去。”

伽利略看着她的脸：嘴唇发青，眼睛上翻，牙关紧闭。此刻她嘴边泛起唾沫，接着唾沫变成了红色，她的身体开始猛烈地摇动。

医生两眼发光，在灯光的照耀下，她的脑部表层都是血。最后，医生得到了证据：兴奋使脑部肿胀，从而引发癫痫。修士在黑色面罩后面龇着牙，他也得到了证据：她着魔了，魔鬼正在使劲摇晃她。最后，她的身体停止了晃动，像死尸一样躺在那里。雪花飘落到她灰白的肌肤上。



“过一会她就会醒过来的。”医生忽然走到伽利略的背后，说道。医生中等个子，身体裹在一件黑色的斗篷里，在脖子处用一条小金属链系着斗篷。他脸上的皮肤还很光滑，但两颊的肌肉已经松弛了。“他们以为她被魔鬼缠身，这些粗野的下等人。当然不存在什么魔鬼。仅仅是因为精气太旺才使她的神经颤抖。这个女孩脑部的硫过多，精气一下子释放出来，导致她的身体僵硬并抽搐。”

伽利略问：你给她喝了什么？

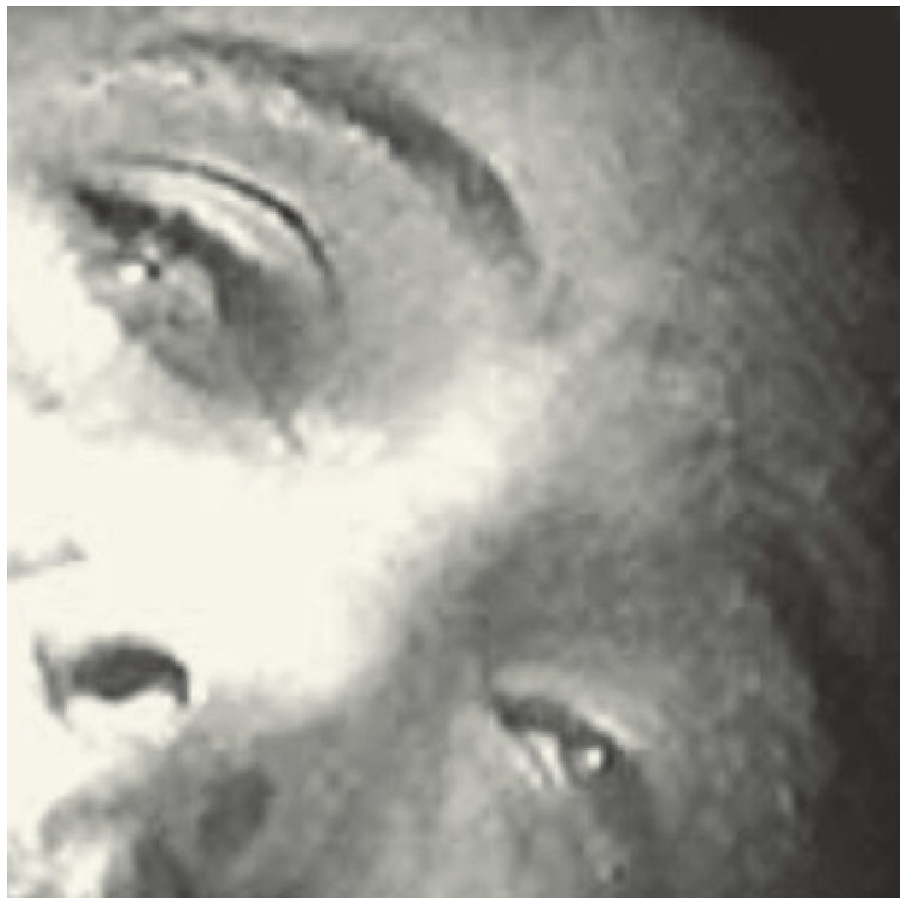
“樟脑油。”医生笑着回答，“她得了癫痫，这点很确定。但是我要确保她在合适的时间发作。”

伽利略想起弗里克给他的那本书，书上说癫痫实际上是由过多的神经发放引起的。医生用的方法是对的，但是伽利略十分讨厌这个人。这个女孩患有严重的癫痫，意味着她的大部分脑细胞高频率地一起发放，而在正常状态下，只有少数几个神经细胞群体进行强烈发放，其他的脑细胞很安静。神经元受损而不能发放（像哥白尼那样），会引起意识逐渐消失。不仅如此，如果所有的神经元同时发放，意识也会逐渐消失。打个比方，如果所有人都一起叫喊，那就什么都听不清楚了。

“无论如何，这个女孩都活不了多久了。”医生好像知道伽利略在想些什么，插话道：“我也无能为力。她还是这样好，为一项正当事业做出贡献。”

那你自己呢，你又做了什么？伽利略想。

然后他又想：在这样一个粗俗的地方，在这样一种恶劣的天气条件下，怎么会有人施以援手呢？



注解

通过观察脑部血流量的变化可以检测大脑活动的变化，这一发现要归功于意大利心理学家安哥拉·摩梭（Angelo Mosso）。摩梭在19世纪末记录了一个颅骨受损患者大脑皮层的搏动情况。马库斯·雷克尔（Marcus Raichle）在《现代神经影像的历史学及生理学基础》（2003年发表于《心理科学》杂志）一文中写道：“摩梭对一个名叫贝提诺的农民进行研究。贝提诺受过伤，致使颅骨出现永久性的搏动问题。有一天，摩梭正在用一种精巧的装置记录贝提诺大脑皮层的搏动情况，这时教堂的钟声响起来，正好是中午。摩梭注意到贝提诺大脑皮层的搏动忽然加快。摩梭问他是否需要做午间祈祷，他说好的。他祈祷的时候，大

脑皮层的搏动又加快了，之后恢复正常速度。接着摩梭让他做8乘以12的算术运算，这可能是历史上第一个认知激活实验。当摩梭提出问题，贝提诺的大脑皮层的搏动就加快，之后恢复正常速度；贝提诺回答问题的时候，也是如此。由此摩梭得出结论：脑部循环的变化与认知活动有关。”用樟脑油引起癫痫发作可以追溯到帕拉塞尔苏斯（Paracelsus）[1]。圭多·卡格纳希（Guido Cagnacci）[2]的画作《晕倒的玛达琳娜》（Maddalena svenuta）现藏于罗马国立古典艺术馆。圣女贞德与正在偷窥的修士这两幅图片来自德雷尔（Dreyer）导演的电影《圣女贞德受难记》（The Passion of Joan of Arc，1928）。最后一张图片是圣女贞德的眼睛，而另一张图片里的眼睛可能与纳粹医生约瑟夫·门格勒（Josef Mengele）的眼睛有些相像。这一章描述的某个北方农村的猎巫行为，参照托马斯·曼（Thomas Mann）[3]《浮士德博士》（Doctor Faustus）里的一个故事，以及弗朗茨·卡夫卡（Franz Kafka）[4]的小说《审判》（Trial）。结尾伽利略的想法奇妙地回应了弗里德里希·吕克特（Friedrich Rückert）[5]的《悼亡儿之歌》（Kindertotenlieder）：“在这种天气，在如此害怕的情况下/我不该让孩子们出去/他们被带走了/我什么都不敢说……/这只是些无聊的想法。”

[1] 帕拉塞尔苏斯（1493—1541），文艺复兴时期瑞士医生、植物学家、炼金术士、占星师。——译者注

[2] 圭多·卡格纳希（1601—1663），意大利巴洛克风格画家。——译者注

[3] 托马斯· 曼（1875—1955），德国小说家、社会评论家、1929 年诺贝尔文学奖得主。——译者注

[4] 弗朗茨·卡夫卡（1883—1924），奥地利小说家，20世纪最有影响力的德语小说家、存在主义先驱。——译者注

[5] 弗里德里希·吕克特（1788—1866），德国诗人、翻译家。——译者

注

第11章　睡着的脑

大脑皮层神经元同步运作，如在无梦的睡眠中，意识会消失

如果我们想不起曾经做过的梦，每次会失去多少经验？有多少我们经历过的事情已经记不得了？我们是否见过上帝，后来想不起来了？

伽利略正在沉思，这时他看到一个房间的角落里透出亮光，并感到有热气传来。房间另一头的炉子上烧着火，墙上挂着一件军大衣以及一把匕首，下面睡着一个男人，用粗布袋盖住了半个身体。

弗里克回来了，告诉伽利略如何做。伽利略摇了摇这个睡着的男人的肩膀，然后冲他大声喊道："告诉我，我叫醒你之前，你脑子里在想些什么？"这个年轻人慢慢睁开双眼，过了一会睡意蒙眬地回答："什么都没想。发生了什么事情？我现在还半睡半醒呢。"带着浓重的法国口音。伽利略又问道："你脑子里在想什么？看到、听到或想到什么了？"男人回答："没有。刚才我睡得很熟，但愿你没有叫醒我。你是谁，怎么在我睡着时闯进来了？"他嘟哝着，翻了个身继续睡。

弗里克盯着伽利略说："这不是很不寻常吗？你刚刚看到一个男人从无意识状态中醒来，那是一种完全虚无的状态。"伽利略问："有什么不寻常的吗？每天晚上我们所有人都是这样的，肯定是脑停止运作，在休息的缘故。"弗里克说："这确实很不寻常。我们睡着时，脑肯定没有睡着。大脑皮层300亿个神经元在忙碌地进行发放，发放的频率跟我们清醒时一样高。"

伽利略问：那么脑发生了什么变化？

弗里克说："我们清醒时，神经元在运作，大脑皮层就像翻滚着浅浅

浪花的大海。晚上熟睡时，大脑皮层就像被缓慢深沉的波浪吞没了的大海。”



弗里克接着说：“现在想象一下，朝翻滚着浪花的海面扔一块石头，会出现什么情况。海面上会泛起层层涟漪，小波浪向各个方向散开。但是如果扔一块石头到平静的海面，缓慢涌动的大波浪会将所有的东西淹没，整个海面随着大波浪上下起伏。同样，清醒的脑内的神经元变得活跃，开始歌唱，其他部位的神经元都能听到歌声。但是脑在沉睡时，不会听到任何歌声，就如同在体育馆里，所有人齐声尖叫，将一切都淹没了。”

伽利略问：这就是意识消失的原因吗？他想到了小脑：小脑内的神经元互相不交流，所以小脑不产生意识。沉睡时意识消失了，也许是因为脑内的每个神经元都在做同一件事情，没有什么值得交流的。

弗里克说：“是的。你可以这样想：清醒的脑就像一个多元社会，不同的神经元群体支持不同的联盟，投不同的票；然而，在没有梦的睡眠中，脑变成极权主义社会——每个人的行为都一样，同时上下挥舞着手臂，他们之间不存在任何分歧。此时的脑庞大而单调，没有任何自由，因此交谈没有任何用处。”

伽利略想：也许那个患癫痫的女孩的情况也是如此。她脑内的神经元同时大喊时（就像挤在木板边上大声叫喊的粗野的村民），她失去了意识。伽利略想再问一次这个年轻的法国人，于是走上前，准备叫醒他。但弗里克制止了他。这个年轻人半睁着眼，眼球好像随着飘忽不定的飞虫在飞快地转动。他们看了他一会儿，弗里克说：“现在可以叫醒他了，他会让你感到惊奇的。”于是伽利略再一次摇醒年轻人。

这次他很快起身，然后说：“哦，你扼杀了我的好梦！我的脑内充满了各种想象。我正在做一个无比珍贵的梦，在它向我透露其中包含的智慧之前，你把它扼杀了。让我先想想，免得忘记了。在梦中，我前面的

桌子上放着两本书。一本是枯燥而无用的字典，另一本是诗集。这本诗集包含了诗歌的智慧与哲学的理性。我打开这本诗集，看到古代诗人奥索尼乌斯（Ausonius）[1]写的一句话：‘我应该选择怎样的人生道路？’到底是怎样的人生道路呢？为什么要选择这样的道路？这时出现了一个陌生人，他说：‘是，同时也不是。’也许那个陌生人就是你……接着这个闯入的陌生人、书本以及梦都消失了……而我还没有得到解答那个问题的答案。我是否要用毕生的时间致力于理性的培养，用我自己的方法来追求真理？是还是不是？”



弗里克对伽利略说：“你看，一个人在睡眠过程中，有时候是几乎没有意识的，就像这个法国人第一次被你叫醒前的情况。另外一些时候具有与清醒时一样的意识，那是在做梦的时候。这取决于脑的运作方式。如果一个人的眼球不停转动，好像在梦中审视某些影像，此时他的脑又

变成翻滚着浅浅浪花的大海，跟他在清醒时的情况差不多。此时他是有意识的，尽管他意识不到周围的事情。但是当他脑海里的波浪变得缓慢、深沉，他的意识就会消失。而且，一旦生命终止，意识也就永远消亡了。”

法国人一直聚精会神地听着，此时他想知道他们是谁，想做什么，为什么对他的梦感兴趣？他们怎么知道他第一次睡着时，是没有意识的？他说：“我从没停止过思考，以后也不会，若能如愿的话。”他嘟哝着。

弗里克怒吼道：“是你自己说的。你告诉我们，你什么都没想。等到你与世长辞的那一天，你的脑子里也是什么都没有的。”

法国人生气了，说道：“意识不会消亡的，一刻也不会。脑在做什么不重要；意识利用脑与身体交流，再通过身体与外界交流。意识与脑和身体不同，它不需要脑就能独立存在。”

然后他定了定神，以平静的口吻继续说道：“脑是有形的，占据空间，还在空间移动。而且，脑由各个部分组成。但是意识不是有形的，它会思考。而且意识不是由各部分组成的，它是一个整体。你无法想象心智会分裂成两半，但你能将物质的东西分成两半。你不可能只看到眼前事物的右半边，而看不到左半边；你也不可能只看到物体的形状而看不见颜色。所以说，肉体和灵魂是两种不同的东西，两者中的任何一个都不能产生另一个。”



他接着说："我是个会思考的人，能够怀疑、理解、肯定、否定、希望、拒绝、想象以及感觉。但是一个机器怎么能够有思想，有愿望，会说话、怀疑、推理呢？机器可以跟我们很像，做类似的动作，甚至能说话，但是机器不可能说出包含理性的话语。"

弗里克一脸不屑地看着法国人，说："你会为机器所能做的事情感到吃惊的，不管是有齿轮的机器还是你脑袋里那台由血肉做成的机器。人们会轻易贬低机器的作用，但是生命本身就是一台机器。人们不相信这一点，除非有压倒一切的证据。机器能够完成最复杂的运算，能够进行毫无漏洞的推理，能够下棋，还能够证明定理。机器还能够决定你的生命历程，不管你愿意不愿意，只是你不知道而已。你之所以成为一个基督徒，肯定是你脑中这台机器在起作用。"

法国人没有回答，伽利略忽然插话进来，像是在自言自语：机器能否解释为什么我看到的天空是蓝色的，为什么炉子里发出的火光是红色的？

"难就难在这里。"弗里克说："思想、语言能力、意志，这些都不难解释。难解释的是火花——意识的火花。给我意识的火花，我就能将灵魂照亮。"他紧握着拳头。

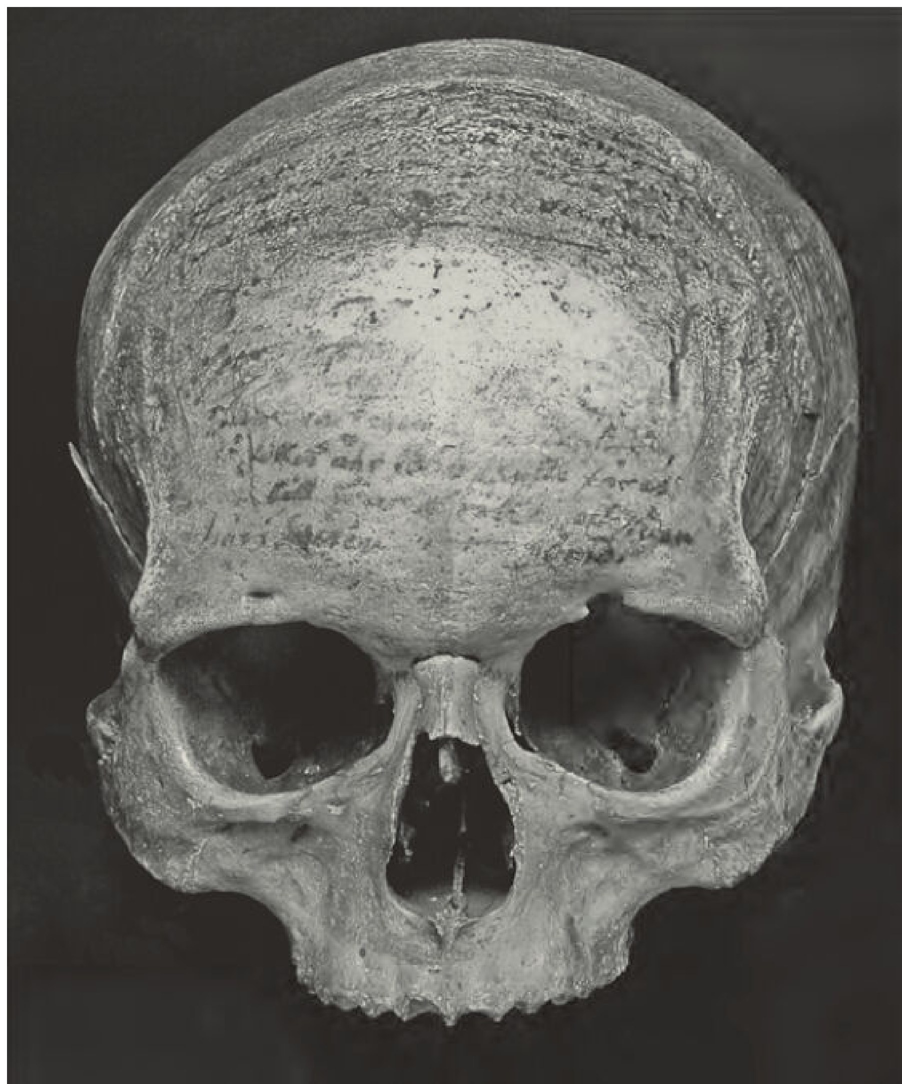
法国人说：“不管你在熟睡还是死了，火花都在闪烁。因为火花是永恒不朽的。”

“永恒不朽！如果你运用理性，就会发现自己大错特错了。”弗里克瞪着法国人，大声说，“我们第一次叫醒你的时候，你说自己脑子里什么都没想。如果你有意识，怎么会什么都感觉不到呢？”

“你这个可怜的哲学家。”法国人带着毫不掩饰的鄙夷，笑着说，“你以为我不知道吗？意识当然一直都在，不管是睡着的时候还是死了之后。消失的只是某种具体的记忆，因此当你们第一次叫醒我时，我不记得任何事情。但是我在，我的灵魂在，而且我的灵魂会永远都存在。”

“如果你认为意识一直都存在，只是你回想不起来，那么你就这样认为吧。”弗里克冷冷地说，“我不能反驳你的说法，而且我也不想在这上面浪费时间。”他与伽利略对视了一下，接着说道：“我问你。无数的医学事故以及一些成功的实验都证明：意识的各个方面，包括意识的数量及类型都取决于脑的运作。这些是事实，你最好能够关注事实。我第三次问你，你是接受还是拒绝这些事实？”

“什么事实？”法国人问，语气中带着挑战的意味，“我一辈子都在研究事实。”



弗里克笑容满面地说：“我也研究我的事实，事实是这样告诉我们的。你脑中某部分受损，你将看不到颜色；另外一部分受损，你就辨认不出脸孔。意识确实是由各部分组成，就如同脑一样。所以如果我将你的脑分裂成两半，你的意识也会分裂成两半。另外，脑中某个部位受损，你会失去对左半边事物的意识：只能看到房间的右边，只吃盘子右侧的食物，只给右半边身体穿衣服，只刮右半边脸上的胡子。脑其他某部位受损，你可能无法说话，或无法推理，或失去情感，或失去是非

感，或失去意志。如果正巧脑的某个部位受损的话，你还可能不再信仰上帝。”

法国人一言不发地看着他，弗里克继续说道：“圣托马斯，你还需要更多的证据吗？如果你颅骨内某根动脉破裂，大量的血涌出来，你就活不了了。如果你药物中毒，你也会死。如果你癫痫发作，你的意识就会消失。你起身这个动作也足以让你的脑部暂时缺血，你可能会晕倒，失去意识。你睡着时，就像我们刚才看到的那样，你的意识会逐渐消失。”

“我不能反对医学方面的事实。”法国人说，他笑得很勉强。



“那么回答我这个问题，要绝对清楚地回答。”弗里克说，“事实是：在已知的任何情况下，脑的运作决定了你具有什么意识，以及具有多少意识。如果灵魂是永恒不朽的，那么当你的脑死亡时，会出现什么情况？你是醒着还是睡着？你还能看得见吗？如果能，你会看到什么？你还能听得到吗？你会听到什么？你还会有渴望和遗憾吗？你会渴望什

么？如果你有一个不需要脑而独立存在的灵魂，那么你的灵魂一定空洞无物。”

“我会清楚地回答你的。”法国人说，“我将会意识到我的灵魂与上帝合为一体。”

“你的灵魂为什么不是与魔鬼或者虚无合为一体呢？”弗里克厉声叫道，“如果你不讲逻辑，任何一种可能性都同样随意、主观。”他再次看了看法国人，以一种轻蔑的语气补充道：“即便如此，如果你的灵魂无法体验与记忆，那么它与上帝合为一体会是怎么样呢？”

此时，大家忽然陷入一阵沉默。法国人紧闭双唇，弗里克也一样。过了一会儿，弗里克问伽利略：“你怎么看待这些人？他们梦到上帝，然后就想让现实与梦相符合，即使这样做意味着将现实一分为二，不顾事实，放弃理性。”

伽利略没有回答。但是他想：如果你让步，违背理性，哪怕就只有一次，那么什么都有可能发生。

注解

睡眠可能是研究意识的一个理想的测试方式，多数人都可以用这种方式测试意识。晚上睡着时忽然醒过来，此时你可能会从一种虚无状态进入到充满各种体验的状态，就像这一章里的笛卡尔。这告诉我们：意识不是确定不变的——脑部活动仅仅发生一个变化，一切都可能会消失；而且，我们在清醒与熟睡（或麻醉状态）时，脑部活动的差异也许是解释意识产生的关键。不幸的是，作者大概是由于无知，只是粗略地描述了一下睡眠的神经生理学。马西米尼（Massimini）等人在一篇文章《睡眠时大脑皮层的有效连接会中断》（发表在2005年《科学》杂志上）中描述过一个实验：分别在人清醒与睡着时，给脑部某种刺激，就

如同往水面上扔石头。实验结果可以这样理解：熟睡时，脑分裂成不相联结的模块，有点像特蕾莎癔症发作时的脑部情况，只是方式更为极端。忧伤的意识之船在海浪中飘荡的画像是小威廉·凡·德·维尔德（Willem van de Velde the Younger）[2]的作品《海上暴风雨》（经作者略微改动），现藏于马萨诸塞州伍斯特艺术博物馆。文中对梦境的描述以及一些引文（有所改动）来自笛卡尔的作品。伦勃朗·哈尔曼松·凡·莱因（Rembrandt Harmenszoon van Rijn）[3]的画作《沉思的哲学家》（Philosopher in Meditation）现藏于卢浮宫。笛卡尔的头像是弗兰斯·哈尔斯（Frans Hals）[4]的作品，现藏于卢浮宫。笛卡尔颅骨的照片由巴黎国家自然历史博物馆提供。米开朗基罗·梅里西·达·卡拉瓦乔的《圣托马斯的怀疑》（Incredulity of Saint Thomas）现藏于波茨坦的无忧宫。很难判断，弗里克与笛卡尔两个人谁更傲慢。值得一提的是，克里克是一个坚定的无神论者。

[1] 奥索尼乌斯（310—395），古罗马诗人，曾任修辞学教授。——译者注

[2] 小威廉·凡·德·维尔德（1633—1707），荷兰海景画家。——译者注

[3] 伦勃朗·哈尔曼松·凡·莱因（1606—1669），荷兰画家，被誉为欧洲17 世纪最伟大的画家之一。——译者注

[4] 弗兰斯·哈尔斯（约1582—1666），荷兰黄金时代肖像画家，以大胆流畅的笔触与打破传统的鲜明画风而闻名。——译者注

第二部分　理论：思想实验

第12章　导论

意识之谜

一块空白的石板是寻找新路径的最佳地图，因为什么都不看更容易形成思想。因此，伽利略盯着空白的墙壁，在脑海中回想他曾经去过的房间与见到的人。弗里克是对的，意识完全由脑决定。脑停止运作的话，就什么都没有了：我们不存在了，周围的世界也消失了。哥白尼的大脑受损后，就不再有任何思想，他的世界也消失了。

不是所有的脑区都很重要，只有少数几个特殊的区域才重要。手发抖的画家与哥白尼所失去的神经细胞一样多，但画家的意识很清醒。因此，大脑才是重要的，而小脑不重要：重要的是神经元之间的联结方式，而不是神经元的数量。小脑就像是一个大群岛，许多小岛屿被大海分开，彼此之间不能通行。每个孤立的岛屿都有自己的村庄，如果一个毁灭性的大浪将这些岛屿淹没，又有谁会知道或者注意到呢？但是如果世界的中心——欧洲——消失了，所有的一切都会消失。为什么会这样？小脑的神经细胞不是与大脑的神经细胞一样多吗？

他还知道，从眼部传送到大脑的神经细胞对意识来说并不重要。盲人画家的眼睛看不见了，但他脑部的“视力”没有失去。他虽然失明，但仍然能够想象物体的颜色和形状，并能在梦中见到它们；能将明亮的影像投射到漆黑的脑部墙面上。那些来自大脑、控制我们每项行为的神经细胞对意识的产生也不是必要的。伽利略的朋友M全身瘫痪，失去语言能力，一动不动，就像一块远古时期的石头，但是他与那些看望他的人

一样，具有清醒的意识。那些来自大脑的复杂的神经回路对意识的产生也不是必要的，虽然没有它们，意识可能会失去忠实的奴隶。这些神经回路能完成复杂的运算，反馈意识形成所必需的结果，向意识传达信息，解释每一个意图，并能存储、检索记忆信息。伽利略想到了那位女诗人和那位维奥尔六弦提琴演奏者。

接着他又想到伊什梅埃尔和特蕾莎。他们让他明白，如果大脑左右两部分之间的联结分裂，或者大脑前后两部分分裂（不管是由于塞勒诺的冰水，还是由于子宫的热气），那么意识也会分裂。

他想到被绑在木轮上的可怜的女孩。从这个女孩的例子中，他学到了什么？当医生将樟脑油倒入女孩脑部，他明白了：如果很多神经细胞同时很活跃，同样会失去意识。从睡在火炉旁的法国人的例子中，伽利略明白了：如果冲击大脑皮层这片海面的波浪过于深沉，冲击的节奏过于一致，那么意识会被淹没。因此，意识的形成不仅仅需要大脑某些部分的参与，还要求这些部分以适当的方式运作。

但是，我们在清醒或做梦时，大脑这些部分有何特殊之处？它们的运作方式有何特殊之处？如此强大的意识怎么会由颅骨内一个拳头大小的、果冻状的东西形成的，而且意识只有在它以快速、交错的方式运作时才能产生？

伽利略在寻找答案。弗里克不见了，一个陌生人走进房间。他的名字叫阿尔图里，在伽利略听来是这个名字。



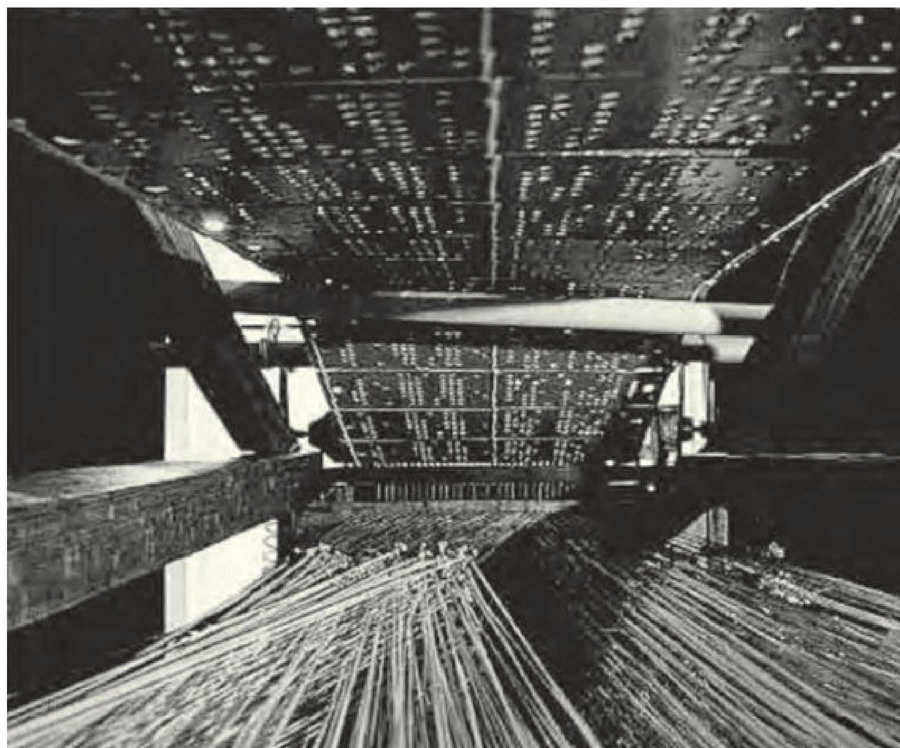
他对伽利略说：“我想你已经了解了关于脑与意识的一些事实，现在请你告诉我，你变得更聪慧了吗？记住，这个世界到处是事实，缺少的是逻辑。”然后他以一种坚定的语气说：“我知道困扰你的是什么。提出你的问题，尽量说得简单、清楚。运用逻辑和想象，一个人可以知道很多。”他显得非常自信。

伽利略坐在那里，面无表情地盯着那堵空白的墙壁看了一会。然而，伽利略不是那种面对挑战会后退的人。他的确总结了两个问题，可以称作意识的第一个问题与意识的第二个问题。他站起来，面对阿尔图里，提出他的问题。

意识的第一个问题是：意识是由什么决定的，意识存在于哪里？这个问题是伽利略绞尽脑汁在思索的问题。为什么意识存在于脑中，而不是肝脏中？就算意识存在于脑中，为什么只存在于脑的某个部位——大脑，而不是小脑？这个世界包含了很多物质的东西：各种星系、恒星、行星，山川、岩石、沙子，大海、湖泊、河流，橡树、小麦、水仙花，塔楼、磨坊、椅子、时钟，四肢、躯体，肺、心，耳朵、眼睛，但是意识似乎只存在于人脑中一个小小的部位。

也许只有解答了第一个问题，才能解答第二个问题。第二个问题是：意识的特性是由什么决定的？视觉、听觉的特性是由什么决定的？大脑某些部分的组织肯定有什么特殊之处，才能赋予意识不同的特性。神经组织哪些方面负责看到形状，哪些组织负责看到颜色或感受到痛苦？

阿尔图里微微一笑，答道：“相信我，其实只有一个问题。如果你知道了意识是由什么决定的，存在于哪里——为什么我的头脑里有意识，你的头脑里也有意识，但是一堆沙子就没有意识——那么你很快就会知道意识的特性是由什么决定的——为什么感觉是这样的或那样的，为什么看到紫色或者感受到痛楚。其实只是一个问题，虽然这个问题一点都不容易。事实上，这个问题太难了，不管从实践上还是从理论上来讲，可能都不会有答案。科学与想象力都不能解答这个问题，我们甚至不敢设想如何解决这个问题。”



他转身对着伽利略，好像在解释：“也许有一天我们会十分精确地知道脑是如何运转的，但这也不能使我们彻底了解意识。以记忆力为例。可以肯定的是，要彻底弄明白记忆力存储在哪里以及如何被存储的，是个很复杂的问题。但是有一点是可能的：那就是没有什么潜藏的秘密，一切都可以被解决。事实上，在我的机器模型基础上制造的机器就可以做到这点。”

阿尔图里继续说：“同样我们会惊叹，弹奏乐器时，脑是如何控制一连串完美的动作的；脑是如何将音节合在一起，形成词汇，再由词汇形成句子的。我可以证明这只是个逻辑问题：每一项技能都可以被分解为一系列简单的步骤，而机器也可以做到这点。”



阿尔图里说：“比如，你抓起一个苹果，放到嘴里，咬了一口。不管你这么做的原因是什么，这个动作包括了动作次序的设定，肢体完美的协调，几十块肌肉对力量的特别控制，姿势的调整，这些都是非常复杂的能力。然而，机器完全可以做到这些，没有什么神秘的或深不可测的东西。人脑这台被施了魔法的织布机由数以亿计的连线交织着。一旦我们完全了解这台机器，一切都可以得到解释。”

阿尔图里接着说：“同样我们会感到惊奇，脑是如何拦截住空气中的声波，从中提取词汇与句子。想想看，一种外语，在你还没明白是什么意思之前听起来是怎样的——那是一长串的霹雳巴拉的声音，不知从哪里开始，也不知会在哪里终止。但是脑会迅速分析词汇，将一个词汇与另一个词汇分开，分别赋予它们意义。另外，同一个物体的形状从不同角度看是不一样的，尽管如此，脑还是能够辨认出这个物体。不管是在落日温暖的光线中，还是在闪电寒冷的光线中，脑都能够辨认出物体的颜色。这些都是了不起的本领，但都不神秘。事实上，机器可以做同样的事：辨认物体，识别颜色，认出是红色或蓝色。只要让机器进行一系列正确的运算，机器就可以做到。我们脑部负责视觉的区域肯定有这样一台机器，否则脑怎么能识别出物体的形状和颜色呢？”

“但是，还有一个难题。”阿尔图里停顿了一下（这个难题弗里克也曾经提过），继续说，“你看，即使我们完全明白脑辨别颜色的机制，我们还是不明白，除了脑部视觉部分的神经细胞机械地完成辨别颜色的任务之外，为什么还存在一种对颜色的体验——我可以清楚地看到眼前是一个红色的苹果或一片蓝色的天空。不管我怎么设定机器的程序，让它按步骤一步一步运行，它还是不能像我一样看东西。它的行为可以跟我的行为很像，但我不认为它能够体验到任何东西。”说到这，他微微一笑。

接着，他给伽利略看一位著名脑科学家的信：

当我凝视天空，我看到扁平的苍穹，我看到太阳像一个耀眼的圆盘，我还看到很多其他东西。我是怎么看到这些东西的？来自太阳的一束光进入到我的眼睛，聚焦在视网膜上，在这里进行转化，然后再传送给脑顶部的神经细胞。这一连串的反应——从太阳光到脑顶部的神经细胞——是一个物理的过程。每一步都是一种电反应，但结果会产生一种变化，这种变化与之前每一步的反应完全不同，我们也无法解释这种变化。于是我们的意识中就会出现一幅景象：苍穹与太阳，还有很多其他东西。事实上，我看到的是周围世界的图像。

“这就是意识之谜。”阿尔图里说。

注解

第一张照片是艾伦·图灵（Alan Turing）[1]的头像。图灵通过设想一种图灵机（一个思想实验）形成了计算的概念，并且提出了通用机的理念，之后还研制出了通用机。第二次世界大战期间，图灵参与了破解德国人密码的工作，并译出了强大的英格玛。在他承认自己与一名男子有性关系后，图灵被判犯有“明显的猥亵罪”，并被迫接受荷尔蒙治疗。两年后图灵吃了一个浸过氰化物的苹果自杀。这章末尾的引文来自神经生理学家查尔斯·谢灵顿（Charles Sherrington）[2]的文章，谢灵顿在《人的本性》（Man on His Nature）一书中讨论了意识问题，并将人脑比作一台被施了魔法的织布机。

[1] 艾伦·图灵（1912—1954），英国数学家、逻辑学家、哲学家，被视为理论计算机科学与人工智能之父。——译者注

[2] 查尔斯·谢灵顿（1857—1952），英国神经生理学家、细菌学家、病理学家，获1932年诺贝尔生理学或医学奖。——译者注

第13章　伽利略与光电二极管

不起眼的光电二极管能和伽利略一样区分亮光与黑暗

阿尔图里领着伽利略通过一扇边门，问他：“你能否找到走出困境的方法，这种方法不是以一个谜取代另一个谜？”阿尔图里要伽利略完成一个思想实验。毕竟，伽利略是思想实验的拥护者。难道他不是第一个运用思想实验来论证新科学的人吗？伽利略逐字逐句地记得自己当初是如何建立运动相对性理论的：

将自己与某个朋友关在一艘大船的船舱内，与你们关在一起的还有苍蝇、蝴蝶以及一些飞虫；将几条鱼放到盛着水的大碗里；将一个瓶子挂起来，底下放一个宽口的容器，瓶中的水一滴滴落到容器中。当船静止不动时，仔细观察这些飞虫如何以匀速向船舱内各个方向飞翔；鱼也向各个方向匀速游动；水滴落入下面的容器中；扔一个东西给你的朋友，只要距离相等，朝一个方向扔与朝另一个方向扔所需要的力气是一样的；无论朝哪个方向双脚齐跳，跳出去的距离都是一样的。仔细观察这些现象（当然，当船是静止的时候，毫无疑问情况确实是你看到的那样），然后让船以任何速度前进——只要是匀速运动，不要使船摇摆不定。你会发现，船舱内的情况与之前没有任何差别，而且你也无法判断船是在前行还是静止不动。

接着，伽利略想起自己如何推翻亚里士多德的物理学基础，以及如何建立动力学第一定律——惯性定律。他依靠的不是确凿的实验证据（这种证据很难获得），而是靠他的想象力。想象一个绝对圆的球，在一个绝对光滑的平面上运动，没有遇到丝毫阻力。通过想象这种理想情况，得出结论：这个球不需要借助任何其他的力量，会一直保持匀速运

动状态。

那么阿尔图里在想些什么？在想一个揭示意识本质的思想实验吗？

这个房间特别明亮，除了中间有一张非常舒适的椅子之外，没有其他家具。阿尔图里让伽利略放轻松。伽利略刚坐到这张椅子上，就感到头晕，似乎没有什么东西可以让他的眼睛聚焦。他看不到前面有墙，他的视野似乎被无边无际的白色屏幕包围了。眩晕的感觉过去后，他只感到一片纯粹的亮光。

阿尔图里很快地解释实验内容。伽利略只要说出他看到的是亮光（就像现在那样），还是一切陷入彻底的黑暗中。他只要根据情况说“亮光”或“黑暗”就可以了，没有其他任何要求。阿尔图里让他不要思考，也不要胡思乱想，只要集中注意力，做出“亮光”或“黑暗”的反应，不管这项任务有多简单。说完，阿尔图里就出去了。

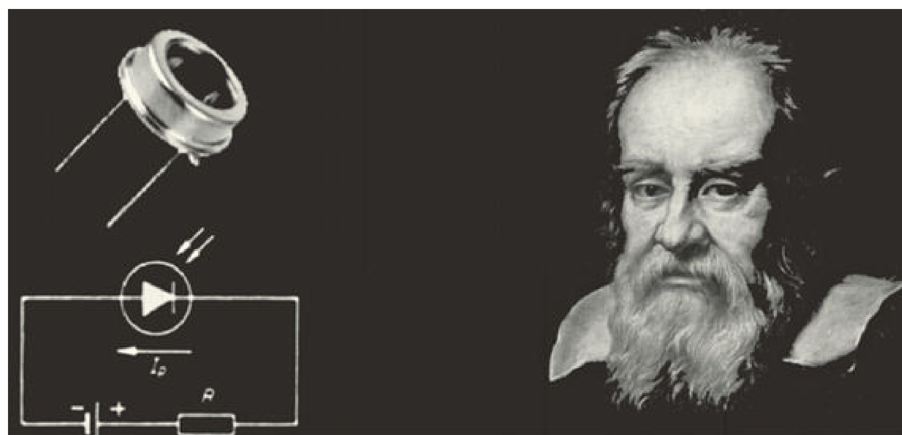
没过一会，整个房间变暗了，但只是一会儿，马上就有亮光出现，接着又暗了，又亮了。伽利略快速地做出反应，亮光与黑暗转换地非常快，他只够时间说出“亮光”或“黑暗”。伽利略做得很认真，每次转换他都做出了相应的反应。

过了一会，阿尔图里回到房间，问他是否看到亮光和黑暗。伽利略想：这个任务也太简单了，根本不需要动脑筋。难道阿尔图里是在暗示我瞎了吗？他是不是注意到我视力不行了？是不是有几次我的反应是错的？伽利略回答道：我当然看到亮光与黑暗了。还有什么比这更简单的吗？如果这个实验有任何意义的话，意义何在？

阿尔图里没有说什么，只是指了指联结在椅子底下的一根细细的电线。这根电线从地板下面的一个小洞中拉出来，在电线的顶端有一个小

小的玻璃灯泡，正对着房间前方。阿尔图里说："这就是光电二极管，是最简单的机器，一个超级简单的物体。光电二极管只不过是带有可变电阻的微型电路。通过光照强度的变化引起电阻的变化，当光线变强，电流也会加强。"

阿尔图里解释道：伽利略大声说出他看到的是亮光还是黑暗的时候，这个光电二极管也在做同样的事情：开灯时，电路中的电流会加强，光电二极管会发送"开"的信号；关灯时，电流下降到零，光电二极管会发送"关"的信号。



阿尔图里在房间外面记录下伽利略与光电二极管的反应。他说，光电二极管的反应与伽利略的反应一样精确。实际上，两者的反应难以区分。所以，两者都通过了测试。

现在伽利略终于明白他与光电二极管这场奇怪的较量的目的何在了。在伽利略看来，他要思索的问题很简单。光电二极管是否也能像他那样意识到亮光与黑暗？光电二极管也有主体性吗？它能体验到亮光与黑暗吗？



伽利略想都不用想就知道，答案是不能。

“你怎么这么肯定？”阿尔图里马上插入道，似乎在享受即将到来的胜利。这个实验证明：光电二极管在辨别亮光与黑暗这点上做得就算没有比伽利略更出色，至少也与伽利略一样出色。伽利略有什么理由认为光电二极管不能像他一样，看到亮光与黑暗？

伽利略明白，光电二极管不过是会根据光线改变状态——开或关——的电路。这根本不足以产生对亮光与黑暗的体验，这点他很肯定。但是它为什么体验不到呢？如果他与光电二极管有何不同的话，最主要

的不同是什么？

毕竟，他如饥似渴地读过弗里克给他的每一本书，他知道自己脑部的神经细胞与光电二极管没什么不同。例如，书上说视网膜上的光感受器就像敏感的光电二极管，只是光感受器是由血肉而不是由金属构成，并且对光反应的机制也与光电二极管不同。确实，这些感受器与其他细胞相连，这些细胞又与另外一些细胞相连，一直到达脑部的最高层次。但是他还记得弗里克说过，脑部的神经细胞，不管层次有多高，其运作方式还是与光电二极管很像。实际上，我们对光与黑暗的体验依靠的就是这些像光电二极管的细胞，如果这些细胞受损，我们就无法体验了。

伽利略现在明白阿尔图里的主旨是什么了。他能够分辨亮光与黑暗，依靠的是脑部某些部分的细胞。从理论上说，这些细胞只是由血肉做成的光电二极管。如果一个人对光和黑暗的体验依靠的是他脑部像光电二极管的细胞的活动，为什么光电二极管不能有意识地体验到光与黑暗呢？

伽利略感到疑惑，但是有什么东西促使他坚定自己的信念：光电二极管不能像人那样意识到光与黑暗。他不能做出满意的解释，这点伽利略很清楚；但是一定存在某种解释，对此他很肯定。

伽利略对他思想基础中的一点很确定（也许是最重要的一点）：那就是充足理由律，即事情是这个样子，而不是那个样子，必定存在一个理由。这是伽利略一直努力遵循的一个定律。伽利略想，必定存在某些必要与充足的条件，使视皮层某些细胞的活动与对光与黑暗的体验相关联，而光电二极管的活动则与这种体验不相关联。但是，是什么条件呢？

这个形式最为简单的问题是意识的第一个问题。

注解

人工智能的先驱——图灵，设计出图灵测试，用以判断机器是否会思考，是否具有意识。图灵测试的内容如下。一台智能机器与一个人同处一个房间，另一个房间里是一个提问题的人。智能机器和人以打字的方式与提问者进行对话。如果在给定的时间内，提问者不能区分与之对话的是机器还是人，那么这台机器就算通过了测试，被认为是智能的。很明显，阿尔图里想让伽利略参与图灵测试，尽管是一个最简单的测试。拿着一个文卷柜的中国男人是雍正皇帝，放置在他胸前的是查尔斯·巴贝奇（Charles Babbage）[1]的分析机，这是一台最早的机械计算机。哲学家约翰·塞尔（John Searle）在一篇文章《心智、脑与程序》（1980年发表于《行为与脑科学》杂志）中阐述了中文屋论证实验。他认为，一台遵循一系列指示的机器，即使能够准确回答所有问题，通过图灵测试，但这台机器不会思考，也没有意识，不能像我们那样理解意义。他想象自己就是这台机器，对中文一窍不通，却能够执行各项指示："你被关在一个房间里，手上有很多卡片，上面写着中文字符。另外一些卡片从墙上的一个通口传递进来，上面写着要你回答的问题。有一个程序告诉你如何回答卡片上的问题，并将答案传递出去。尽管如此，你还是不懂中文。"塞尔用这个论证来说明，不能通过机器（句法）获取意义（语义），但是这个论证也可以用来说明不能通过计算获取意识。实际上，伽利略会得出结论：没有意识就没有意义；从根本上说，意识和意义是一回事。

[1] 查尔斯·巴贝奇（1791—1871），英国数学家、哲学家、发明家、机械工程师，发明第一台机械计算机，被称为"计算机之父"。——译者注

第14章　各种各样的信息

可能的经验的数量超乎想象

伽利略想：光电二极管与自己的本质区别是什么呢？

为什么他可以看到、意识到光与黑暗，而光电二极管只是对光与黑暗有反应？他与光电二极管的主要区别在哪里呢？

房间忽然又变亮了，但这次伽利略看到的不是一片空白。他感到自己沉浸在一片均匀、强烈的蓝光中。一切都是蓝色的。

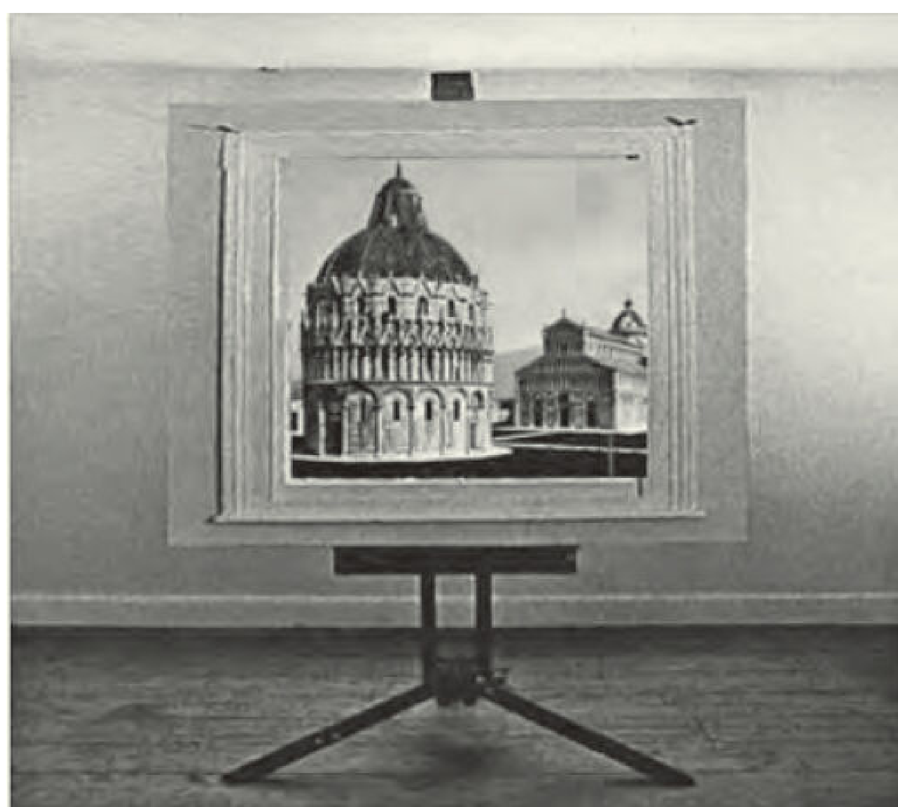
忽然，一切都变成了红色，然后是绿色、黄色，以及各种明亮的色彩，数千种色彩不停地变换。最后，所有颜色的光同时亮起来。



接着，出现了令人惊奇的一幕：在他眼前，原本空无一物的地方出现了一堵墙，接着墙上出现了一幅画。这是一幅肖像画，伽利略马上认出画上的人，那时她多年轻啊。他激动的心情还未平复，画像上的人物变了，变成另一个人的脸，接着又变成其他人的脸，一张又一张脸孔，而且转换的速度越来越快。开始几幅画像他还能够认出来，后来出现的面孔是他从来没见过的，有些人带着奇怪的帽子，还有些人的发型很怪异。



看过大概1000幅人物肖像后，画面又变了，变换为相框，相框中是他熟悉的景色。这是比萨，他曾在这里学医，他很讨厌这个地方；然后变成帕多瓦，在这里，他的科学发现使他声名鹊起；接着又转换成罗马，在这里，他开始受到迫害。接着是无数其他城市、村庄、宫殿、房间、花园、山脉、山谷，大部分地方他从没见过。







相框中的景色转变得越来越快，接着他听到外面传来说话声，有些声音是熟悉的，有些声音是陌生的；说的语言有些他听得懂，有些他听不懂；说的内容每次都不同，或者说相同的内容，却用不同的语调。说话的速度也越来越快，接着他听到说话声、琴弦声、吵闹声夹杂在一起，这些声音他之前从未听到过。

然后，他闻到花园中各种药草的气味，一种接着一种，有芳香的，有刺鼻的。接着又闻到油的气味，旧书的气味，还闻到死亡的气息。接着，他尝到了红酒的味道，虽然他没有喝到酒。他还品尝了其他一些酒，他无法辨别出到底有多少种不同的味道，有些浓郁，有些有糖浆味，有些有香味。很快地，他又尝到水果的味道，一些水果他尝过，更多的水果是他从未品尝过的。接着又尝到栗子、杏仁以及很多菜的味道，一些菜的味道他原先尝过，一些他从未尝过。还有一些他想象不到

的游戏，激烈而独特。



接着他感到害怕，怕自己会发疯；然后感到生气、感激、平静；当

他知道她已经不在了的时候，他感到失落，这种失落感是如此强烈，以致他觉得心像被刀子劈成了两半。接着出现了各种想法，想法太多了，他的脑子从一种想法转到另一种想法，一些想法是他原先有过的，还有些想法他没来没有想到过。他想到自己的坟墓，觉得应该是在佛罗伦萨，又觉得不在那里，接着他就看到自己的坟墓，看到自己的身体，感到自己的灵魂离开了身体。想法转得太快了，他感到头晕，各种想法在他脑海里旋转，转得太快，以致他都跟不上。接着他感到一片空白，晕倒在地。

似乎只是过了一瞬间，又好像过了很久很久，他见到阿尔图里。阿尔图里重新回到房间，脸上露出谜一般的微笑。



阿尔图里说："你看这是什么意思。有一个男人告诉你他爱你胜过任

何人，你觉得自己很特别，他就像一个天使。但是如果你正好是村子里唯一的一个人，那么你就一点都不特别了，他说那句话也没有什么特殊的意思。”

伽利略不明白。

“还记得光线变成蓝色的时候吗？当你看到蓝色时，你认为光电二极管会发出什么信号？”

伽利略说：它不可能发出蓝色的信号，它只能发出亮光或黑暗的信号。

“完全正确。”阿尔图里说，“那么在这之后，你体验到了什么？”

伽利略回答：要记住的东西太多了。光线忽然变成红色、绿色，还有各种颜色，接着出现各种形状的东西，各种脸孔、景色、地方、声音、想法。我的脑袋开始旋转，现在还发晕。

“你认为光电二极管会做什么？”阿尔图里又问道。

它能做什么？当有足够的光线照到画面时，它就发送“亮光”的信号；当光线不够时，它就发送“黑暗”的信号。当出现的是声音、气味、痛苦的感觉时，它就一直发送“黑暗”的信号。难道不是这样吗？

“当然是这样的。完全正确。”阿尔图里面无表情地说。

这时候，一个男人骑着自行车进来了。这辆自行车很怪，只有一个大轮子。这个人一边骑车，一边往空中抛球、接球，带着漫不经心的微笑。他的名字叫S。



“先生们，不要把时间浪费在各种图像上。”S说，“不要转弯抹角了。你要的东西很简单，你只需要一个方程式——p的对数，一个信息方程式。”

S从自行车上下来，继续一边抛接球，一边说：“这个方程式会告诉你，可能的状态有很多。以光电二极管为例。它处于何种状态的不确定性指什么呢？想想看。它可能有的状态很少：不是开就是关。假设你获得了某个信息。先生们，注意，是信息。假设你知道光电二极管确实是关着的，不管通过什么方式或机制，你得到的信息就是这样的，这就消除了不确定性。现在你知道光电二极管是关着的，不是开着的，非常确定。先生们，这就是信息：降低不确定性。对光电二极管而言，完全的确定性指的是从两种状态中排除一种状态。这个信息量极其少。”



他转过身，球落到身边，接着快速地说：“另一方面，如果可能的状态很多，如你的脑子可能出现的状态，那么处于何种状态的不确定性就很大。假设通过某种机制，可以确定你的脑子处于某种特别的状态，这

种状态与无数其他的状态都不一样，那么这就消除了很多不确定性。先生们，这是很多很多比特的信息。注意：我说的是比特。在我的p的对数方程式中，信息是以比特来衡量的。”

S又骑上自行车，咯咯地笑着说：“就是这样的。我还有一个抛接球的方程式。哦，差点忘了告诉你们，信息是一个数字，所以不要问意义，不要管意识。”他调转方向，骑走了。



伽利略想：也许是吧，但是S是什么意思呢？他的方程式又有什么用处呢？忽然伽利略明白了。也许光电二极管与他之间最根本的区别就在于：每次他都有生动的体验，即使是最简单的体验，如一片漆黑，他的脑部不只是区分一种可能性与另一种可能性，不只是区分亮光与黑暗（尽管在实验中，阿尔图里将他设定为这个样子）。不是的，他脑部复杂的机制是将一片漆黑与无数其他情况区分开来，他的脑子可以有无数不同的体验。因为对伽利略来说，黑暗不只是与亮光不同，还与红色、蓝色以及其他颜色不同，与脸孔、地方、声音、气味、味道、情感、想法以及任何几种的混合体不同。

但是对光电二极管来说，黑暗包含的意思要少很多。因为它的机制

很简单，它不可能知道黑暗不是一种颜色，不是脸孔、地方、声音、气味、味道、情感、想法。对它来说，黑暗也不是黑暗，只是两者中的一个。它的整个世界只有：这个或不是这个。实际上，伽利略与光电二极管最根本的区别也许就是信息。

因此，伽利略产生一个简单的想法：也许正是因为他的脑子懂得区分无数的可选择项，才使得他具有意识，而光电二极管没有意识，或者只有极少量的意识。意识以数量来弥补重量上的不足。想到这，他想起了桑克托留斯。这个想法并不新奇，以致伽利略奇怪自己之前怎么没想到。

注解

女子的画像是提香的作品《一个女人的肖像》，现藏于卢浮宫。相框里的照片分别是比萨的圣若望洗礼堂、帕多瓦的圣安东尼大教堂、罗马的梅迪奇别墅、佛罗伦萨圣十字教堂的伽利略坟墓。静止画面来自戈德弗莱·雷吉奥（Godfrey Reggio）导演的影片《失衡生活》。

克劳德·香农（Claude Shannon）[1]是一位电子工程师与数学家，也是信息理论之父。香农在他的作品中指出：信息是数字，与意义无关。自从伽利略将观察重心从自然界转移，科学就开始蓬勃发展。同样，当香农将意义从信息中剥离出去，数据通信与存储理论就有了突飞猛进的发展。后来伽利略开始思考，香农的理论只有从观察者“外在”的角度看，才可能是正确的。然而，从系统“内在”的角度看，被系统内部机制的因果力量所整合的信息获得了意义。实际上，信息变成了意义。因此，观察者又返回到大自然中……

香农的p对数方程式如下，其中S代表信息熵。

$$S(X) = -\sum_{m=1}^{M} p_m \log_2 p_m$$

X可以代表任何一个系统，这个系统可以取m＝1……M中的任何一个数值，数值表示的是可能状态。以光电二极管为例，它的状态是1和2。每一种状态有一个概率P_m（光电二极管状态的概率是1/2），所有概率之和是1。如果每一种状态的概率都一样，方程式就简化为状态总数的对数（也称作玻尔兹曼方程式）。如果某种状态出现的概率比其他状态要大，方程式会考虑到每个结果的概率分布，以减少不确定性。在香农信息熵基础上成立的方程式，如互信息、相对熵、两个概率分布距离，可以用来测量信息。香农发明了电机鼠忒修斯（由继电器电路控制），这是第一个能够运用经验在迷宫中找到目标物的机器。香农与电机鼠的照片由阿尔卡特–朗讯公司提供。

香农除了从事信息理论与通信方面的工作外，还为抛接球游戏创造了一个公式。他还制造了单轮脚踏车，并喜欢骑着脚踏车经过贝尔实验室的大堂。单轮脚踏车的照片来自国会图书馆。“最美丽的机器”也是根据香农的想法设计的：按一下“开”按钮，盒盖就会打开，从盒子里伸出一只手将机器关闭，然后盒盖会关上。这台机器的图片来自汉斯·马丁·瓦格纳（Hanns-Martin Wagner）的《滚动球雕塑与运动的物体》。

[1]　克劳德·香农（1916—2001），美国数学家、电子工程师、密码学家、信息理论的创始人。——译者注

第15章　伽利略与相机

数码相机传感器可选择的状态可能比伽利略还要多

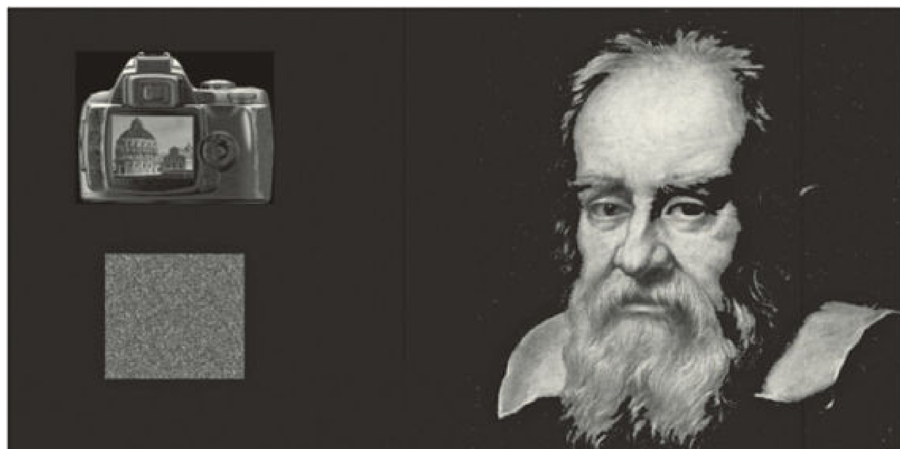
伽利略想，要想进步，我们需要回过头来看看，不要想当然。

他想：我们之所以把意识想成是理所应当的东西，是因为我们一直拥有意识，而且是毫不费力地就拥有了。我们能看到黑暗，看到亮光，看到女人，看到无数事物。这些东西就在那儿，她就在那儿，我们立刻就能看到，不需要我们去寻找、比较或计算。然而，这种即时性也许是假象，也许我们能马上看到她仅仅是因为我们有无比丰富的神经细胞，我们的脑能够从无数选择项中进行挑选。如果不是这样，假设我们只有光电二极管那样少得可怜的可选择项，也许我们就看不到她了，甚至看不到黑暗，可能什么都看不见。

伽利略只是这样想了一会儿，思绪就被打断了。此时他的手在颤抖，不是因为年老体衰而颤抖，而是因为过于兴奋。他手上拿着相机，如同当初握着自己发明的第一台望远镜，他激动得像个孩子。阿尔图里给了他这台数码相机，他已经学会如何拍摄数字化图像，将影像转换成电子数据，再将无数数据信息储存到一张小卡片上，然后将信息内容显示在一个漂亮的大框架中，形成新的画像。他就像一个能在瞬间完成画作的画家。他能拍任何东西，大到银河系，小到一粒沙子。他能捕捉到任何人或物的影像：比萨、帕多瓦、罗马的图像，各种人的面孔（有些人认识，有些人不认识），甚至能拍下自己的影像。

这是他想都没想到过的。他怎么能想象得到呢？他从没想过科技会如此突飞猛进，想象不到几百年后的人会懂这么多，具有如此让人惊奇的能力。伽利略想：科学会发展到什么地步是无法想象的。过去他曾想

象科学会发展得很快，而他迈出了第一步。这一步很小，却很大胆。他感觉自己就像一个骄傲的父亲，发现几十年未见的孩子成了一位伟大的女王。



阿尔图里不让他继续玩相机，而是问他问题。他已经向伽利略解释过相机是如何运作的。它的中心是一个传感器，有100万个光电二极管安装在镜头后面的方格子里。与其他光电二极管一样，相机传感器上的光电二极管通过感受电流的增强来发送光信号，每一个信号代表影像不同的要素。

阿尔图里的问题是：相机有意识吗？

阿尔图里这么问当然有他的道理。伽利略已经做出总结：一个系统必须能够区分无数可能状态，这样才具备意识。而光电二极管能够区分的可能状态极少——一种状态对应黑暗，另一种状态对应亮光，它只具有最少量的意识，实际上只有一丁点意识。

但是伽利略没有考虑到100万个光电二极管能够做什么。很明显，100万个光电二极管（相当于一个相机）能够做的事跟伽利略一样多——能区分无数影像，可能比伽利略能区分的还要多。如果这还不足以

让人信服，可以制造一个分辨率更大的相机，这个相机在区分影像方面很快就能击败伽利略。

伽利略很清楚阿尔图里想将他的思路往哪个方向引导。如果一个光电二极管可以区分两种状态——亮光和黑暗，那么100万个光电二极管可以区分$2^{1000000}$种状态。这个数字比天空中的星星、大海中的沙粒的数目还要大。所以说，相机传感器具有的意识是一个光电二极管的100万倍。

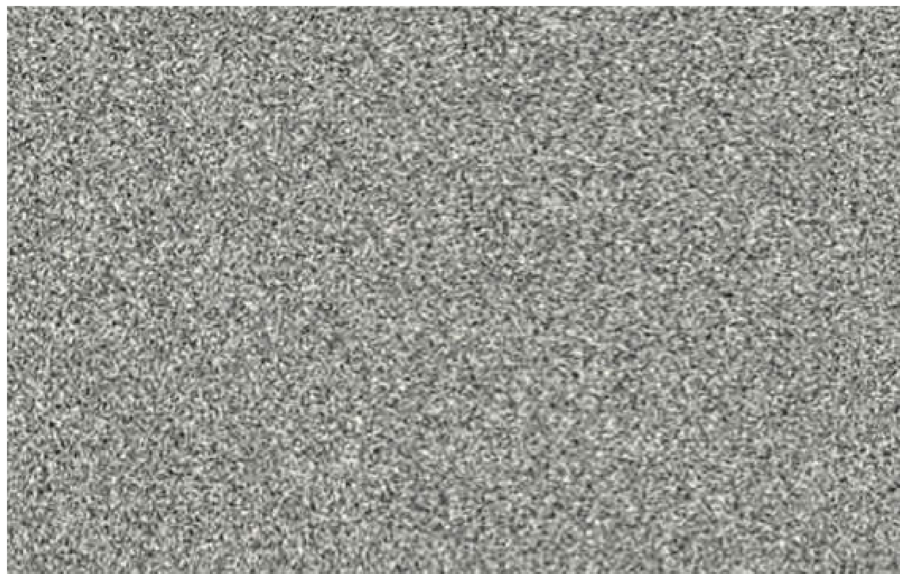
阿尔图里问：“这么说相机是有意识的？”

伽利略回答道：不是的。但是他不想再多说什么。

阿尔图里还是坚持问他：“但是相机可区分的状态，或者说可区分的影像，至少和你能区分的一样多。”

伽利略回答：谁也没有数过自己有多少可能的经验。

“那你就应该仔细研究一下这个问题。”阿尔图里说，还让他看一个屏幕，屏幕上闪烁着黑色和白色的圆点，“你看到了什么？”



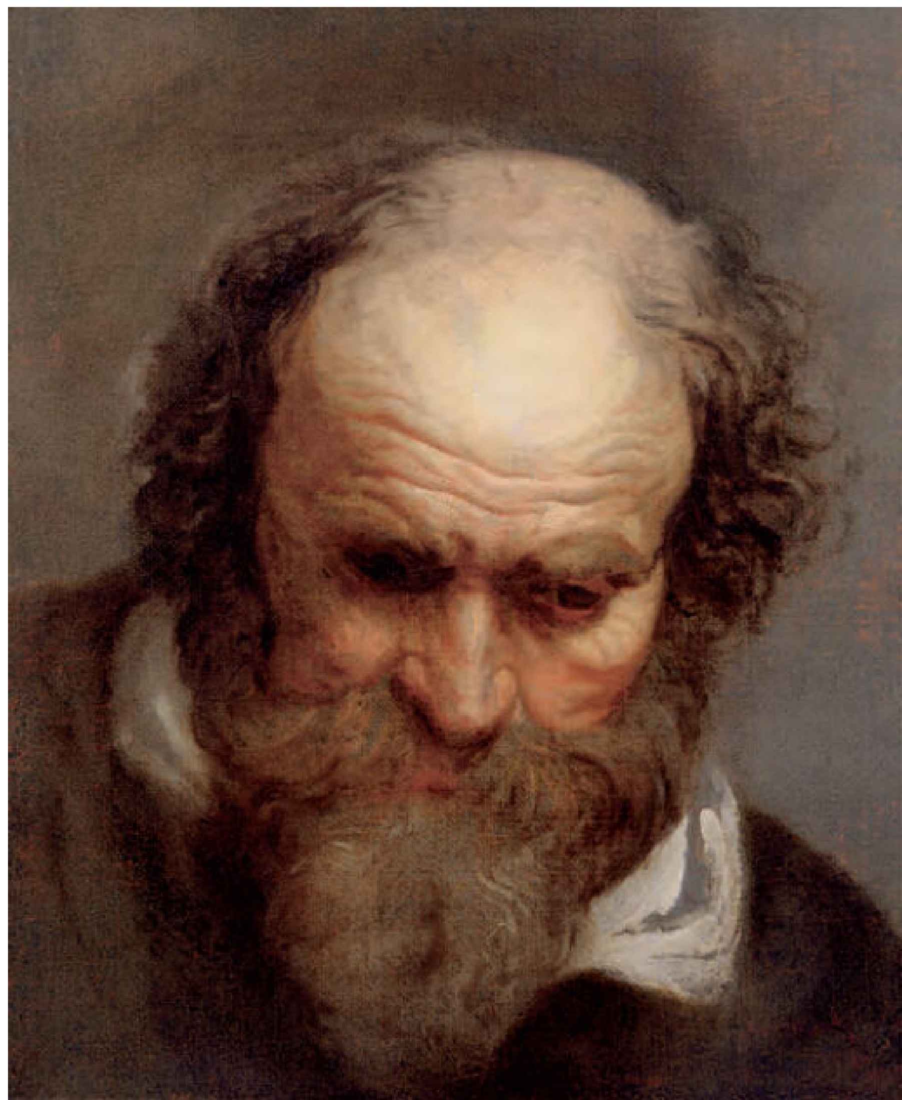
伽利略回答：我只看到闪烁的黑白圆点混杂在一起，就像盐与胡椒粉混在一起。

阿尔图里说："实际上，你看到的是上千幅不同的图片。一些圆点在一幅图中是白色，在下一幅图中就变成黑色，以此类推。你的脑不能区分这些圆点，在你看来这些圆点没变，但是对相机和你的视网膜而言，这些圆点是不同的——每一个圆点在传感器上产生的影像是不同的。所以相机能分辨的东西比我们的意识还要多。"

伽利略想：是这样的，他之前的想法毫无价值。他原来以为，能够区分大量不同状态的能力对意识来说是必需的，也是这种能力才使自己与光电二极管完全不同。但现在这种想法已经没有什么价值了，因为它甚至不足以将他和相机区分开来。因此，这种能力的强弱不是经验的来源，如同骑着单轮自行车抛接球的S说的那样，信息与意识无关。

伽利略想专注地思考这个问题，但是他的思绪在游荡。他现在已是一个老人了，还在为新的仪器苦苦思索，而他面对的是一个老问题。他之前也曾经走入死胡同，清楚一个人应该在何时放弃探索：早点放弃比

迟点放弃好。



“放弃？这对伟大的伽利略来说是多么大的耻辱啊。”不知从哪里来了一个驼背的矮个子男人，他的名字叫K，他大声说，“先是受到一个光电二极管的挑战，现在又对区区一个相机感到害怕。伽利略被自己的视角愚弄了，连他都相信相机中的影像是一个整体。他竟然认为那是一个整体！这个充满智慧的物理学家，这个发明了望远镜的人，他不知道这些影像只是在看到它们的人的眼中是一个整体。”

K继续说：“我面前的这位科学家，以数学方法研究自然，使人们的研究重点从物理世界转移。我不明白，这样一位科学家怎么会不知道这么明显的道理：研究重点必须再一次转移。我感到惊奇，或者说是悲哀，为什么总是犯同样的错误，不是范畴错误，而是更糟的视角错误？是的，是视角错误！每个人都犯同样的错误。那些本应该更清楚一些的人也不明白！从认识论上，或者从本体论上，甚而从去本体论上来讲，唯一正确的视觉是内在视角，难道不是吗？”

他接着说：“伽利略，你是第一个设想运动相对性的人，你怎么会不明白这点呢？如果我们转移视角，不再将分散的事物统一形成一个整体，那么作为实体的相机就不存在了，而是分解为100万个组成要素。因为实际存在的，不是一个有着$2^{1000000}$种可能状态的实体，而是100万个独立的实体，每个实体具有两种可能状态。这是多么简单的事实！然而即使是哲学家也看不到这个事实。他们似乎缺乏综合能力！这个事实甚至可以从这些肖像上得到证明。”他指着墙上几幅画像。

经K提示，伽利略用放大镜仔细观察画像。是的，在放大镜下面，每一幅画、每一张脸孔都被分解了。出现了100万个小点，每个点都是一个光电二极管分析的对象。






K说：“现在你明白了吧。但是别担心，还有更优秀的哲学家。我们来比试一下记忆力，看看下面这段话是谁说的。”

“存在是……

其实思索和存在是一回事……

既然所有的一切不是亮光就是黑暗……

所有的一切不是亮光就是夜晚的黑暗……

‘一’的本质是一与多。”

背诵了上述段落后，K让伽利略仔细观看一幅壁画，这是罗马的拉斐尔（Raphael）[1]的作品。画上的人是唯一没有受到苏格拉底责骂的对手，也是唯一出现在柏拉图所有对话中的人。

伽利略大声说：是巴门尼德（Parmenides）[2]。

“非常正确。”K说，“这个呢？”

伽利略说：这个我也认识，是卡尔达诺（Cardanus）[3]，他曾写过一篇关于骰子的论文，这篇文章可能是第一篇论述概率的文章。伽利略心想：卡尔达诺曾被认为是异端，遭到禁闭，后来被迫放弃自己的学说。伽利略又想起，卡尔达诺还写过另一篇文章，题目是《关于“一”》。卡尔达诺在文章中说，使人成为人的不是他的各个部分，而是各部分的统一。

“再看一幅画像。”K说。伽利略看到一个法国人的肖像。他想起来，这个人也说意识是一个整体，不是由部分组成，意识不像其他物质那样可以一分为二，这也是肉体与灵魂不同的原因。

“非常好。”K说，“尽管我认为自己已经说得很清楚了。”他递给伽利略一本很重的书，翻到其中一页，上面写着：

“因此，意识是一个综合体，这是所有知识的客观条件。它不仅是我认识一个对象的条件，而且是直觉成为我的认识对象的条件。因为如果没有这个综合体，多样性就无法被统一起来，形成一个意识。虽然这种观点认为综合体是所有思想的条件，但是如前所述，综合体是可以被分解的……”






伽利略想：这是什么意思？他接着看下去："通过统觉的先验统一性，直觉的各方面被统一起来，形成对象的概念……"

统觉的先验统一性？K想说什么？为什么这么难懂？伽利略转过身想问K，但K已经不见了。

伽利略转向阿尔图里。阿尔图里一直在听，他显得很困惑。伽利略说：K可能是对的，但是为什么表达得如此隐晦呢？模糊的思想就像浑水，只有两个目的：一是掩盖表象下的东西，一是使肤浅显得深奥。

仅有这一次，阿尔图里点了点头，说："K是很坏，但不是最坏的那个。"他笑着补充道："要避开哲学家。哲学家会在一片思想的迷雾中，将平庸无奇的思想装扮得很神秘。"

伽利略说：也许吧。但是真理何尝不是如此。

注解

原子论者一直认为，简单元素及元素间的相互作用可以解释一切。一幅图画仅仅是点的集合吗？就像伽利略认识到的那样，相机看到的图画就是点的集合（当然，相机不是真的看到）。另一方面，相机传感器里每个光电二极管都能看到与别的光电二极管不同的点；否则相机就不能获取图片的相关信息。

四幅被裁切的原子论者的肖像分别是德谟克利特（Democritus）[4]、卢克莱修、拉·美特利（La Mettrie）[5]和笛卡尔。德谟克利特的肖像由迭戈·维拉斯开兹（Diego Velazquez）[6]所画，现藏于法国里昂美术馆；卢克莱修的肖像来源不详；拉·美特利的肖像是戈特弗里德·弗里奇（Gottfried Fritzsch）的私人收藏；笛卡尔的肖像是弗兰斯·哈尔斯的作品，现藏于罗浮宫。四幅整体论者的肖像分别是巴门尼德、卡尔达诺、

笛卡尔与康德。巴门尼德的画像是拉斐尔的壁画《雅典学院》中的一幅，现藏于罗马的梵蒂冈博物馆；卡尔达诺与康德的画像来源不详。涉及肉体问题，笛卡尔是一位极端的原子论者与还原论者；涉及灵魂问题，笛卡尔又是一位极端的整体论者。当代学者塞缪尔·奇克（Semir Zeki）认为，大脑皮层独立的各区域产生各自独立的意识，即微意识。引文来自迪尔斯·克兰茨（Diels-Krantz）整理的《前苏格拉底残篇》第2、7、9篇中巴门尼德的言论，以及柏拉图对话录中的《巴门尼德篇》中的内容。最后一段引文来自康德的《纯粹理性批判》。

卡尔达诺是一位16世纪的医生、哲学家、数学家，同时还是一个狂热的赌徒，他首先发展了概率理论（也是第一个研究骰子旋转的人）。卡尔达诺曾经因为他的异端邪说（他曾根据星象为耶稣做占卜）而入狱，后来放弃自己的主张才得以出狱，这可能是伽利略对他记忆深刻的原因。文艺复兴时期，卡尔达诺、伯纳迪诺·特勒萧（Bernardino Telesio）[7]、弗兰西斯科·帕特里奇（Francesco Patrizi）[8]、布鲁诺以及后来的托马索·康帕内拉（Tommaso Campanella）[9]是最早提出宇宙泛心论的一批思想家（布鲁诺提出的是无限宇宙理论）。卡尔达诺与布鲁诺特别强调统一性是心智或意识的本质属性，布鲁诺将统一性与“单子”相联系。

《一位老年男子的头像》（The Head of an Old Man）是雅各布·乔登斯（Jacob Jordaens）[10]的作品，现藏于英国韦斯顿公园博物馆，画像中的人与伽利略极为相像。

[1] 拉斐尔（1483—1520），意大利画家、建筑师。与米开朗基罗、达芬奇并称“文艺复兴艺术三杰”——译者注

[2] 巴门尼德，公元前5 世纪古希腊哲学家，爱利亚学派的创始人。他已知的唯一作品是《论自然》。——译者注

[3] 卡尔达诺（1501—1576），意大利文艺复兴时期数学家、医生、占星家、哲学家。——译者注

[4] 德谟克利特（前460—前370），古希腊学者、有影响力的前苏格拉底哲学家、原子论的创始者。——译者注

[5] 拉·美特利（1709—1951），法国启蒙时期哲学家、医生、机械唯物主义的代表，主要著作是《人是机器》。——译者注

[6] 迭戈·维拉斯开兹（1599—1660），西班牙黄金时代重要画家，对现实主义及印象派画家有重大影响。——译者注

[7] 伯纳迪诺·特勒萧（1509—1588），意大利哲学家、自然科学家。——译者注

[8] 弗兰西斯科·帕特里奇（1529—1597），意大利哲学家、科学家。——译者注

[9] 托马索·康帕内拉（1568—1639），意大利哲学家、神学家、占星学家和诗人。——译者注

[10] 雅各布·乔登斯（1593—1678），巴洛克时期三大弗兰德画家之一，与彼得·保罗·鲁本斯、安东尼·凡·戴克齐名。——译者注

第16章　整合信息：多与一

高于各部分的单一实体对信息进行整合，产生意识

伽利略想：实体是如何形成的？多种要素如何形成一个单一的事物？这些问题很简单，但是还没有得到解答，或许根本没人问过。

数码相机传感器当然有很多可选择的状态，可以拍很多照片。但是它是一个单一的实体吗？你把相机当作一个单一实体来使用，用手握着它，把它当作一件物体。同时你把照片也看成一个单一的实体。但你是在自己的意识范围内，把它们当作单一的实体。如果不是从你的角度看，它们还是一个单一的实体吗？这到底是什么意思？

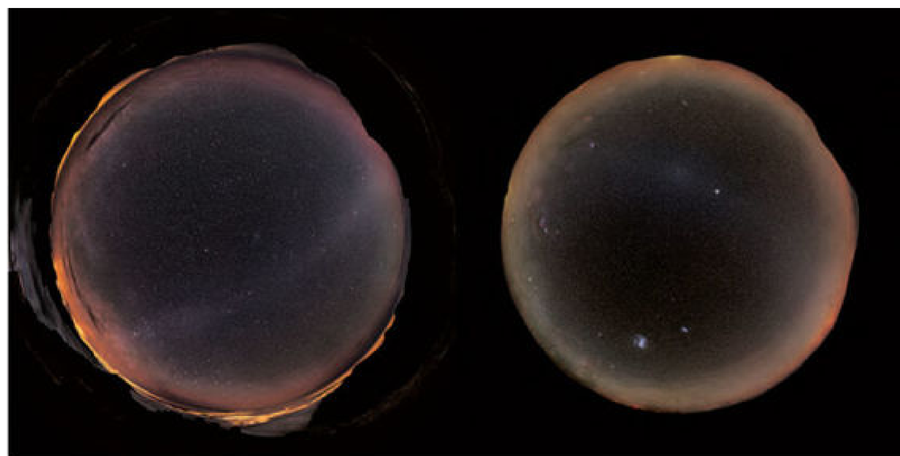


伽利略正在沉思，一个声音吓了他一跳。一个额头长得像古代男神的人——J，用一种优雅的语调对他说："以一个由12个单词组成的句子为例，让12个人每人记1个单词。然后让12个人排成一排或挤成一堆，

每个人全神贯注地记自己那个单词。最后他们还是不能形成一个完整的句子。或者采取另一种方式：以一个由12个字母组成的单词为例，让每个人专注地记自己那个字母，最后同样不会形成一个完整的词。”

伽利略说：或者以100万个点组成的图片为例，有100万个光电二极管，每个光电二极管能辨认1个点。将这些光电二极管排成一个方阵，每个光电二极管都能准确分辨出自己那个点是处于亮光的状态还是黑暗的状态。但是最终还是不会形成一幅图画。

“看来你明白了，伽利略。”J说，“没有时代精神、大众情感或公众意见之类的事情。个人的心智不会聚集在一块，形成高一层的复合心智。有人说整体大于部分的总和，那只是说说而已，怎么可能呢？”



伽利略想到一个画面。一位天文学家正在帕多瓦看夜空中的月食景象；同一时间，另一位天文学家正在南半球看夜空。是否存在一个单一的意识，在一个完整的图像中，关照整个天空——南边的天空与北边的天空在地平线上完美地衔接到了一起？整个天空的单一景象能在一个意识中被体验到吗？伽利略想，这种想法太荒谬了。它的荒谬性与两位科学家之间遥远的距离无关。不管这两位科学家是相隔万里，还是近在咫尺（如相机传感器上的两个光电二极管那样近），都没有关系。因为不

管距离远近，两位科学家都不能交流。如果他们不能交流，就不会形成一个单一的实体，他们也就不会拥有一个单一的、统一的意识。

“当然是这样。”J赞同道，“一个盲人和一个聋子在一起是不能区分颜色和声音的。虽然一个可以听到声音，另一个可以看见颜色，但是他们在一块怎么能够区分颜色和声音呢？即使他们一直住在一所房子里，即使他们是联体双胞胎，还是不能区分颜色和声音。”伽利略想：就像伊什梅和埃尔那样。

“说得好。”阿尔图里站到伽利略身边，说，“但是这有什么意义呢？我们讨论的是相机的信息。你已经看到了，如果相机足够大，它具有的信息跟我们的脑产生的信息一样多，甚至更多。这说明信息与意识无关，就像S说的那样。不是这样吗？”



伽利略犹豫了。如果按S的方式来衡量信息，那么一台相机强过人脑：一个系统能够辨认的状态越多，不确定性就越少，系统特定状态所产生的信息量就越大。但是这种衡量信息的方式正确吗？他想到J说的处在南半球和北半球的两位科学家，想到了伊什梅埃尔的左右半脑。因此，他说：“一个系统产生的信息与部分的集合产生的信息应该是不同

的。”

“很可能是这样。”阿尔图里说，“但是怎么区分呢？”他微笑着，似乎知道伽利略无法回答这个问题。

J说：“但愿我知道。”似乎知道不会有答案。

伽利略停顿了一下，不知道说什么好，然后他转向J，问道：“如果用一把非常薄而锋利的刀片，如老奥卡姆剃刀，将相机传感器一分为二，两边各有50万个光电二极管，那么相机看到的图像会变成怎么样？”

“当然什么都不会改变。”J回答，“相机会照常工作，能照出完整的画面，能任意发送、存储、播放画面，没有人会注意到有什么不同。”

伽利略举起相机（这台相机的传感器已经被一分为二），照了一张照片，照的是他们面前的屏幕上的内容。屏幕上显示的是意大利文SONO，意思是“我是”。照片中的“SONO”完好无缺。



伽利略对J说：确实如此。只要传感器还能运作，就不会有什么变化。因为100万个光电二极管中的任何一个都会报告属于各自的那个点，而不去管其他光电二极管会看到什么。



但是，如果用一把薄而锋利的刀片将人脑分为两半会出现什么情况？想想在韦诺萨亲王的地下室，当塞勒诺医生将伊什梅埃尔两个半脑中间的联结冰冻起来，他的脑子会出现什么情况？难道还是像相机那样，什么都没改变吗？

不等他们回答，伽利略就说道："你们都已经知道了，伊什梅埃尔分裂为伊什梅和埃尔，伊什梅看到的是一位女士，埃尔看到的是一个野蛮人。不管是伊什梅还是埃尔，都不能同时看到女士与野蛮人。只要伊什梅埃尔的两个半脑被分裂开来，就看不到完整的女士与野蛮人通奸的画面。但是，如果将两个半脑联结处的冰冻化解，两个半脑又联结到一起，伊什梅埃尔又出现了，能看到女士与野蛮人结合在一起。"



“你们已经知道答案了。伊什梅只能看到意大利文SO，意思是‘我知道’；埃尔会看到NO，意思是‘不’，不会出现能看到SONO（意思是‘我是’）的伊什梅埃尔。跟相机图像的情况不同，刀片会将意识的图像一分为二，意识也会分裂。”



J和阿尔图里没有出声，伽利略继续说下去：“但是，如果两个半脑中间的联结处没有被冰冻起来，就像你们的脑子一样，即使你很努力想要将自己的经验一分为二，结果还是徒劳的，你不会看到分开的SO与NO。就如同你不可能只看到一个物体的形状，而看不到颜色；或者只看到颜色而看不到形状。你还是一个完整的你，你的经验、意识都是完整的。”

J说：“你的逻辑非常严密，如同1＋1＝2那样清楚。但是其实不尽然。”

伽利略说：有一点是肯定的。相机传感器没有意识，尽管它有100万个光电二极管，但它不是一个单一的实体；处于南北半球的两位科学家所具有的意识也是不一样的；排成一排、各自记住1个字母的12个人所具有的意识也是不一样的。

J说：“我明白。相机可以很大，却没有意识，也不能体验到什么。光电二极管也比相机强，具备一丁点的意识，有最微弱的经验，因为它只有两种可选择的状态，而不是数万亿种状态。光电二极管比什么都不是要强一点。我想知道，如果脑被分裂成100万个部分会怎么样？先将脑左右两半分开，接着前后两半分开，然后将脑里的白色物质分裂成

100万个独立的小颗粒，就像一粒粒玉米，或相机传感器上的光电二极管。这样的话，意识会分崩离析吗？”

“不要管他。”阿尔图里说，“伽利略没有说明如何区分。”

伽利略眼睛都不抬一下，马上说：“请让我说完。如果将相机传感器分裂成100万个部分，形成一大批光电二极管，那么每个光电二极管能产生多少信息？”

“当然只有一点。”阿尔图里回答，“根据S的方程式计算，就只有一点。”

伽利略说：那么相机传感器又能产生多少信息？

“这算什么问题。”阿尔图里说，“相机传感器由100万个光电二极管组成，它就会产生100万个点的信息。”

伽利略说：那么除去100万个光电二极管产生的信息，相机传感器还会产生多少信息？

“当然没有了。”阿尔图里想了一下回答，他没想到伽利略会这么问。

“非常正确。”伽利略感到自己正在取代阿尔图里的地位，“相机传感器除了各组成部分产生的信息，没有产生其他信息。因此，至少在涉及信息方面，相机并没有高于各部分总和。我们不妨将相机从有用实体的名单上删去，用奥卡姆剃刀将其剪切，只要有100万个光电二极管存在就行了。如无必要，勿增实体。[1]”

“这只是个角度问题。”阿尔图里插入道，他正将烟管中熏烧过的烟叶倒在地板上，“你看重光电二极管，轻视相机，我却喜欢相机而蔑视光

电二极管。”

伽利略马上说：不是这样的，想想伊什梅埃尔吧。他能看到SONO，并明白那是“我是”的意思。但是当他两个半脑中间的联结被冻结后，伊什梅埃尔不见了，他不再能看到SONO，也不会明白这个词的意思。伊什梅和埃尔加起来也做不到，因为其中一个只看到SO，明白是“我知道”的意思；另一个只能看到NO，明白是“不”的意思。伊什梅埃尔的例子与相机不同，整体大于部分之和，不能被简化为各部分相加；伊什梅埃尔知道的信息多于伊什梅与埃尔合起来的信息，SONO的意思不是SO与NO意思的相加。

“我想我明白你的意思了。”J说，“整体产生的信息——整合信息——大于各部分的信息总和，这就是伊什梅埃尔与相机的区别。是这样吗，阿尔图里？”

“什么是对的呢？”阿尔图里大声说，他正忙着用脚后跟将熏烧过的烟叶踢出去，“如果系统状态不能被分解为各部分，那么这个系统状态就是不能被简化的，是这样吗？当然是的，但那又怎样呢？这有什么特别吗？有很多事物都是不能被简化的，如果被分裂开来，就会有损失，为什么这点对意识来说这么重要呢？而且，将一个系统分裂为各部分的方法有很多，不同的方法会产生不同的结果。”

J说：“确实如此。如果整合信息与意识有关，那么不管系统是以何种方式被分裂的，整合信息都不应该有所改变。伽利略，难道不是这样吗？”

伽利略说：最重要的切分是最小程度的切分。这是一种最无情的切分方法，从系统最薄弱的联结处剪切，将系统最强的、能最大程度地产生信息的某些部分分裂开来。这样的切分方法使整体拥有的信息量降到最低。

J说：“说得太好了。整合信息是高于部分的系统所产生的信息，而此处的部分指的是那些能独立产生最多信息的部分。我们已经有了整合信息的定义，还需要一个符号。”

“如果需要一个符号，那应该是Φ。”阿尔图里说，“这是黄金分割符号，是将某东西分成各部分的正确方法。最小程度的切分是将系统分为各部分的正确方法，能够显示出整合信息量到底有多少，是这样吗？你应该称其为Φ。”

伽利略说：这很有意思。有一个比萨人——斐波那契（Fibonacci）[2]，曾研究过黄金分割。



“不止如此。”J说，“Φ还与现象学、经验（即意识）有关。”

伽利略说：还有呢。Φ这个符号中有一个I指代信息，一个圆圈——O，指代整合。就让我们称其为Φ吧。



“太妙了。”阿尔图里说，“现在知道了整合信息的数量与符号，让我们看看接下来需要讨论什么。有一点很清楚：每次某些要素互相作用，就会产生整合信息——整体不会简化为各部分。如果像你认为的那样，整合信息与意识有关，那么接下来就会很简单。我们就可以说意识就像一个洋葱。”

阿尔图里接着说：“以我与我脑内的神经元为例。在我脑内某个地方存在着一个‘我’，还不只是一个。如果将我剥开，一个神经元接着一个神经元地剥，那么你会发现还有另一个‘我’，甚至是上百万个‘我’，每个‘我’都缺少了某部分，但是都具有一定程度的意识。我就是由很多个较小的‘我’组成的具有最多意识的那个人，这些‘我’可以主张他们的权利，但是我不会听他们的，他们只是凑凑热闹。”

阿尔图里继续说：“再以我的身体为例。毫无疑问，我的身体也是由相互作用的各部分组成的。不管从物质角度还是从信息角度讲，整个身体都不能被简化为各部分，实际上脑本身也是其中的一部分。所以，身体也是另一个意识，是一个更大的洋葱。身体的Φ可能比我的脑的Φ少很多（因为身体最小程度的切分很薄弱，是从我的颈部切分的），但是它还是存在着的（尽管很有限），由很多个自我加到一起而形成。我对身体的各部分一无所知，而身体的各部分对我也一无所知。”



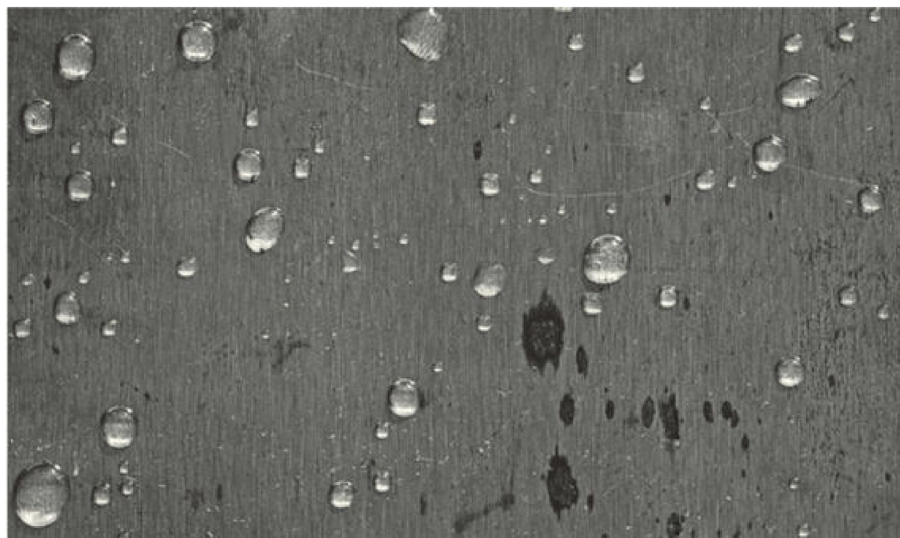
阿尔图里说：“但是还没结束。有两个自我在交谈，不，是三个。这三个自我相互作用，形成一个整体，不能被简化为只是三个独立的自我。神圣的三位一体在思考整体的想法。”“一个城市、一个国家，甚至是整个世界，都是可被一层层剥开的洋葱。每个都具有意识，只是或多或少的区别。”

J说：“我明白你的意思了。意识存在于你的、我的以及伽利略的脑

中。Φ不能解答所有意识问题。”

伽利略说：洋葱也必须用奥卡姆剃刀剥开。当洋葱被切开后，最后只剩下它的核心。在核心部分，整合信息达到最大化，当其余部分被剥落后，核心部分还是聚合在一起。

阿尔图里说：“所以说，意识不是洋葱，而是洋葱的核心。现在已经有了不少进展了。但是如果你和我交谈，会出现什么情况？我们像现在这样交流，会不会形成一个更大的核心？”



伽利略回答：这就又要运用奥卡姆剃刀原理了。你刚才说“你和我在交谈”，不管从物质角度还是从信息角度来讲，分析这句话要比分析由你和我混合形成的怪物简单得多。你和我混合而成的怪物是没有粘合力的，会在裂缝处分解，现实会将你我切分成独立的个体。不要谈怪物了，我们来看雨滴的例子。一颗雨滴内部分子之间相互作用的强度，大于这些分子与外部空气中的分子之间作用的强度。一颗雨滴是一个单一的实体，有一个边界。当两颗雨滴相遇，要么反弹，仍旧保持原样；要么融合到一起，成为一颗大一点的雨滴。它们不会重叠在一起，也不会

出现一颗雨滴包含在另一颗雨滴里面的情况。意识的情况也类似：意识存在于系统内整合信息达到最大值的地方，只有一个意识。

阿尔图里说：“你的意思是，经验不可能被简化为比它少的任何东西。确实让人印象深刻。”

J转向伽利略，说：“不要管阿尔图里。如果你说的是对的，我们需要为这个系统取个名字，在这个系统内高于部分的整体产生的信息达到最大值，形成洋葱核心，也就是意识。或许我们可以称这个系统为复合体？”

伽利略说：我们就叫它复合体。

“这么说意识就存在于复合体内。”J说，“在这里意识建造房子，立起墙壁，意识在里面，其他的一切都在外面。意识的房子只有一个，不能被共享：只有一个意识，只有一个主人，其他一切都排除在外。”

不知道阿尔图里是否喜欢这种说法，但是他随后说：“我想如果把你的分析应用到相机传感器上，那么传感器就会分解为很多复合体，每个光电二极管就是一个复合体，都能区分两种状态——关或开。但是相对于传感器而言，不会出现一个整合的实体，即一个复合体。如果用这个说法分析人脑，就会发现脑内有一套神经细胞，形成一个大的复合体。这个复合体能够区分无数状态，这是它各组成部分无法做到的；这个复合体能够最大程度地区分各种状态，比其他任何神经细胞、整个身体、所有的人甚至这个世界能够区分的状态都要多。”

伽利略说：非常正确。

阿尔图里说：“我给你看一样东西。”他递给伽利略几张纸条。纸条是弗里克给的，纸上画的是脑各组成部分的结构。这个是大脑：没有大

脑，哥白尼永远失去了意识。伽利略记得自己和弗里克曾将大脑皮层和丘脑比作一个城市。这张图说明大部分大脑系统形成一个具有很高的Φ值的单一复合体。这是因为大脑系统的组成要素——不同的神经元群体专门负责不同的功能，而且这些群体之间互相交流，它们在一个单一的复合体内进行整合，这个复合体能区分无数不同状态，每种状态代表一种经验。

这是小脑。小脑的组成要素更多，但是它们分成许多小模块，互相不交流。每个模块形成一个独立的小复合体，每个复合体的Φ值都很低。伽利略想，就像光电二极管的集合。同时他又想到普桑：这位画家缺失了小脑，因而他的手会颤抖，但是他的心智仍然很丰富。

这几张图解释了为什么眼睛看不见的人却能意识到内在的图像，就像那位站在自己那幅伟大的画像——《视觉的寓言》——前面的画家。这些图表明，视觉输入到达大脑皮层，产生作用，但没有成为具有高Φ值、能产生意识的伟大的复合体的一部分。

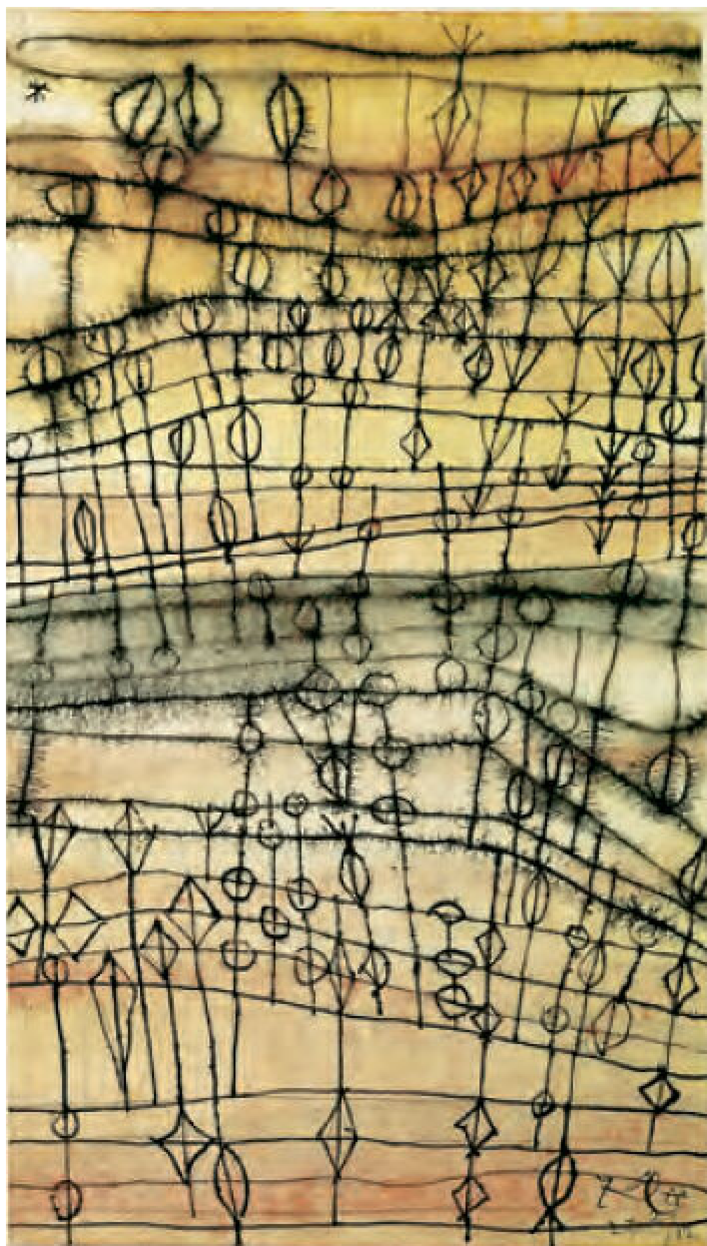
这张图上画着伽利略的朋友M的脑部结构：所有从复合体延伸出去的神经细胞对语言和行动都是必需的，但它们不参与复合体的运作，因此不产生意识。伽利略想：那位女诗人与维奥尔六弦提琴演奏者脑内的回路在复合体内穿进穿出，但是回路本身还是处在复合体之外。这也就是很多神经处理过程不参与意识形成过程的原因，这些神经处理过程能使我们听懂话语的意思，或找到合适的词汇表达意思，或记住某些东西，或使我们具备某项出色的技能。

这张图画的是伊什梅埃尔的脑部情况。他脑内联结左右半脑的神经纤维被分裂开来，复合体一分为二，形成两个具有相似Φ值的意识，分别是伊什梅与埃尔的意识。另外一张图上画了一些小裂缝，这些裂缝可

以解释为什么特蕾莎不知道自己能够看得见。当然，在癫痫发作时或在无意识的睡眠中，脑内的Φ值是很低的，因为可以辨识的脑部状态减少了。

过了一会，J问："你认为这能解释得通吗？"

伽利略说：意识就像一只在高空飞行的鸟，要用一条方程式才能将它抓住。先抓住概念，再用数学语言将概念装扮起来。只有当我们知道如何测量意识时，我们才能真正懂得意识。整合信息很可能是意识的本质。这可能是理解意识这一概念的方法：一种发现何谓单一实体、经验核心的方法。



J一副忧心忡忡的样子，说：“我还是感到困惑。脑无比复杂，通过一个方程式来理解脑，就如同用渔网来收集海水。脑内的树比丛林还多，街道比大城市还多，脑比沙丘更容易变形，比波浪更容易变化。谁会指望将不断变化的沙丘、熙熙攘攘的市场、生活着动植物的丛林简化为一系列的方程式，更糟的是，简化为一系列数字。数学家可能会想出

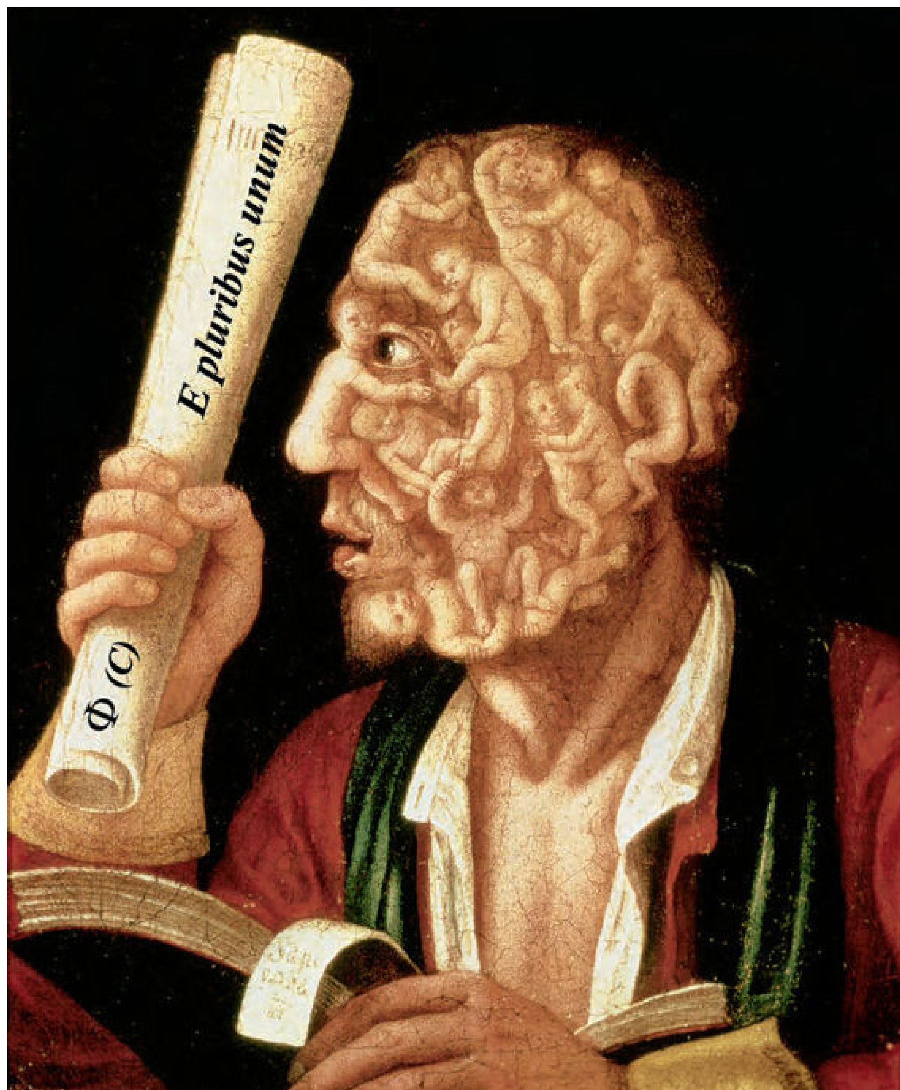
各种公式，但是恐怕最后他们什么也解决不了。”

“不要担心，数学原理自有其魅力。”阿尔图里的声音从远处传来。J转向伽利略，想问他问题。

但是伽利略已经走远了，因为他在弗里克纸条的末尾看到了什么内容，这些内容他在很久之前就知道了。纸条上写着：

在我们眼前的这本宏伟的书本（我指的是宇宙）中包含了哲学。要想读懂这本书，我们首先必须学习语言以及书写这本书的符号。这本书是用数学语言写的，用的符号是三角形、圆形以及其他几何图形。不理解这些符号，我们不可能读懂一行字，就像在迷宫中徒劳地游荡。

伽利略第一次花了很长时间想问题，他觉得自己必须把知道的写下来。他写下来的文字如下：



整合信息测量处于部分之上的整体能够辨识多少不同状态，Φ是整合信息的符号。复合体出现在Φ达到最大值的时候，而意识——单一的经验实体——就存在于这个复合体内。

注解

“整体大于部分之和”这句话伽利略很熟悉，源自亚里士多德的著作《形而上学》。威廉·詹姆斯（William James）[3]认为整合理论是意识的关键，并努力研究这一理论，这一章摘录了他的著作《心理学原理》

中的部分内容。遗憾的是詹姆斯没有成功，最后在疑惑和否定中放弃了这一研究。他写了一篇文章，题目具有启发性，是《意识存在吗》。詹姆斯的照片由哈佛大学霍顿图书馆提供。北半球天空的照片（左边）由通克·特扎尔（Tunc Tezel）在加那利群岛上拍摄；南半球天空的照片（右边）由斯蒂芬·吉斯卡尔（Stephane Guisard）在阿卡塔马沙漠拍摄。将南北半球天空的照片接合在一起所形成的图片《南北半球的星空》来自2011年7月30日的“每日一天文图”。

如果由希腊字母Φ来测量的整合信息确实是意识理论的重要概念，那么这一章对整合信息的介绍就略显轻描淡写了。也许作者在不惜代价地努力回避方程式，但结果并不令人满意。对方程式中的Φ的解释最终还是不理想，可参考托诺尼与斯伯恩斯（Sporns）合写、发表在《BMC神经科学》杂志（2003）的文章，托诺尼发表在《BMC神经科学》（2004）的文章，托诺尼发表在《生物学通报》（2008）的文章，巴尔杜齐（Balduzzi）和托诺尼发表在《公共科学图书馆计算生物学》（2008）的文章，托诺尼发表在《意大利生物学汇编》（2010、2011）的文章。格雷戈里·贝特森（Gregory Bateson）在《走向精神生态学》（Steps to an Ecology of Mind）一书中将信息定义为“造成差别的差别”，这本书于1972年由芝加哥大学出版社出版。保罗·克利（Paul Klee）[4]的画作《丰收》（The Ripe Harvest）现藏于德国汉诺威史普伦格尔博物馆。最后一幅画作是朱塞佩·阿尔钦博托（Giuseppe Arcimboldo）[5]的《亚当的画像》（经作者改动），属于私人收藏。

[1] “ 如无必要，勿增实体”是奥卡姆剃刀原理。奥卡姆剃刀是一种用于解决问题的经济的、简洁的原则，由14 世纪逻辑学家、圣方济各会修士奥卡姆的威廉（约1287—1347）提出。——译者注

[2] 斐波那契（约1170—约1250），意大利数学家，将阿拉伯数字系统

引入欧洲。斐波那契数是以他的名字命名的数列。——译者注

[3]　威廉·詹姆斯（1842—1910），美国哲学家、心理学家，被誉为“美国心理学之父”，与查尔斯·桑德斯·皮尔斯、约翰·杜威共同创立了实用主义哲学流派。——译者注

[4] 保罗·克利（1879—1940），瑞士裔德国画家，画风受表现主义、立体派、超现实主义影响。——译者注

[5]　朱塞佩·阿尔钦博托（1527—1593），意大利文艺复兴时期肖像画家，作品的特点是用水果、蔬菜、花、鱼、书等物体堆砌成人物头像。——译者注

第17章　伽利略与蝙蝠

经验的特性恐怕不能从物质中获得

没有一个探险者能够抵制洞穴的诱惑，洞穴意味着深度与秘密。伽利略已经深入到洞穴中，他相信自己会有所发现。但是他过于热切了，如今他站在那里，不确定该往何处去。他失去了目标，除了自己的无知，他看不到任何东西。他感到恐惧：想象远处墙上有黑影在颤抖；他的手指头碰到了湿冷的石头，担心石头会忽然崩裂开来。他在悬崖边滑倒了，他的心挣脱薄弱意志力的控制，坠入了深渊。

这时传来翅膀振动的声音。忽然，从深不可测的地方传来的振动声越过他的肩膀。让他感受最深的不是声音，而是冰冷的空气快速地掠过他的眉毛，他的汗水一下子冰冷了。像是蝙蝠振动翅膀的声音，但这不是普通的蝙蝠，像是一只能像蝙蝠一样迅速飞翔的秃鹫。每次振动声离伽利略越来越近，他都感到一股凉意。



蝙蝠很肯定，有什么东西闯进了洞穴。蝙蝠想：最后还是发生了这事。它太大意了，只是在空中毫无目的地游荡，把时间浪费在毫无用处的舞蹈上。它应该建造壁垒，或设下陷阱。现在太晚了。

这个入侵者肯定是个大块头，可能无比巨大。这次来的可不是那些发出声响的小东西，时不时打破夜晚的宁静，只要它一挥动翅膀，这些小东西就会安静下来。蝙蝠想：这个入侵者的回声让人很困惑，也许他藏在第七座桥后面，那里非常热。它应该建造坚固的防御工程，像会坍塌的拱门、设置了锋利工具的陷阱。但是现在太晚了。这个入侵者已经踏入它的壕沟，在离房间不远的地方传来了他沉重的呼吸声。

蝙蝠又一次靠近桥，希望在一个安全的距离回应入侵者。它在空中迅速转身，忽然有一种被挤压的感觉，而且是一种很重的挤压，让人难以忍受。这种挤压如此强有力，以至于它的嘴里满是唾液。这种挤压使它不由自主地靠近一股强大的气流，这么强的气流它之前从未感受过。

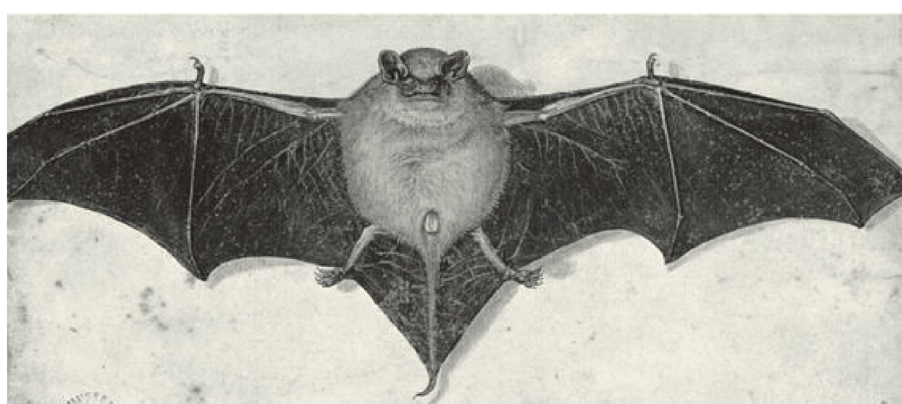
蝙蝠害怕得发抖。桥后面的热气很大，看来这个入侵者不会被热气赶走了。它又感到受挤压，它被推得更近了。蝙蝠想，不要管这种挤压，它必须抵制这种感觉。也许入侵者太强大了，可以将体积大它两倍的东西吸走，甚至体积大它十倍的东西都可能被吸走。也许这入侵者非常聪明，可以将它击倒在它自己设的陷阱里。显然，这个入侵者要将它的房间变成坟墓：在桥后等着，在最后一瞬间展示他那邪恶的力量。蝙蝠想，它将会坠落，注定要为自己的懒散付出代价。

接着蝙蝠又想道：至少在坠落的时候，它脑海里会有一种被挤压的感觉，这种感觉如此强烈，以致它会忘记害怕。也许坠落就是这样的。它感到自己的翅膀不受控制地在振动，唾液从口中溢出，回声变得支离破碎，显得遥远而模糊。热气越来越大，越来越逼近，它的身体在摇

摆，这时它又感到那种挤压感，是它感受过的最强、最剧烈的挤压。它急速向前飞去，朝第七座桥后面的阴影，朝滚滚热浪猛地俯冲下去。

伽利略恢复意识后，一阵战栗。前面躺着一只巨大的蝙蝠，已经死了，它的秘密被埋藏于颅骨内。接着他听到声音越来越近，可能是猎人的声音，他们在争论着什么。伽利略在石头后面，所以他们看不到他。





一个叫N的男人说：“我的意思是，我们永远不知道蝙蝠感受到的挤压是一种什么感觉。不管我们如何热切地问蝙蝠这个问题，也不管我们多么勤奋地研究蝙蝠的脑部，我们都不可能知道。秃鹫是否讨厌腐肉的味道？当海鳗从洞穴中爬出来，像狮身人面像那样一动不动地盯着某东西看的时候，它在想什么？”

“你怎么能这么肯定，你这个缺乏信仰的人？”一个声音在黑暗中响起。应该是弗里克的声音，但是弗里克不在那里。

N继续说道：“即使我们很肯定一个系统是有意识的，我们还是不知道它具有的是什么样的意识。因为经验是有特征的，不能被简化成任何东西。闪烁的光、钟声或阵痛的感觉是不同的；天空的颜色与太阳的形状也是不同的。我们不能解释颜色为什么是这个样子，为什么红色是这样的，蓝色又是那样的，为什么颜色与形状不同，与听到的音乐声不同，或与感受到的痛楚不同。我们也不能解释为什么挤压的感觉是这样的。最后，就算我们尽情发挥想象力，物质还是不能解释心智。”

“不要管物质。”那个声音回答道，“只要管事实。记住：大脑皮层某些部分受损，会让人永久性失明，但是不会失去听觉和痛觉；另外一些部分受损，会让人失去听觉，但不会失去视觉；或让人失去痛觉，其他感觉没有受影响。还要记住：在大脑皮层的视觉区域，某些部分负责看

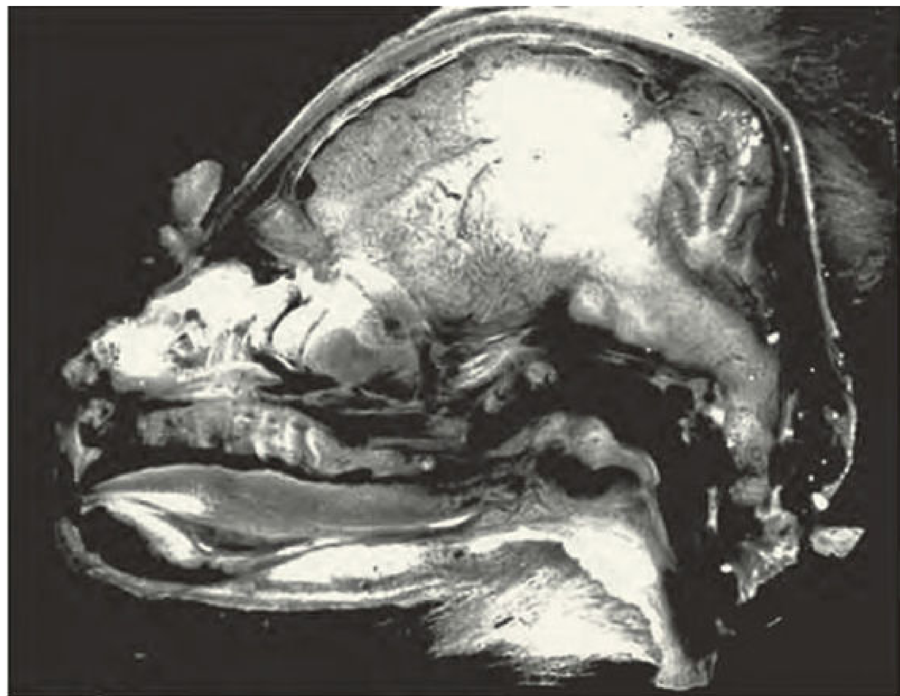
到形状而非颜色；另外的部分负责看到颜色而非形状。”

伽利略看到N很有礼貌地摇了摇头，说：“我承认，脑某些部分与某种经验可能存在特殊的关系。但是我们不可能了解这种关系，就像我们不可能了解物质与心智之间的任何关系。我们每个人都生活在一个没有出口的洞穴中，就像蝙蝠那样。”

“等你脑中的某样物质彻底坏掉的时候，你会更好地理解物质与心智的关系。”黑暗中的那个声音说，“我曾经遇到一位画家，他的脑部缺失了一小块东西，很特别的一小块。他其他方面都很正常，除了一点：任何事物在他看来都是灰色的、脏兮兮的，他不能看到、记起、想象，甚至是梦到颜色。盘子里的食物是灰色的，床上的妻子是灰色的。除此之外，他的意识和常人一样，他只是失去了对颜色的特殊感觉，哲学家称之为感受质（qualia）。之所以会这样，是因为他脑部的某部分死了。如果是另外一小块地方受损，那么他不会失去对颜色的感知，而是不能分辨脸孔，或不能听到声音，或不能分辨是非。因此，脑部不同区域负责意识的不同方面——听觉或视觉，嗅觉或痛觉，形状或颜色。”

“也许你说得对，但还是没用。脑不能产生意识，就如同不能从灰色的水中提炼出红色的酒。不会有这样的奇迹发生的。”N说。

“你就继续沉浸在黑暗中吧，如同猪沉浸在泥淖中。”那个声音说，“不可理解？你出生时听到什么？如果你一直喝的是牛奶和水，那么第一次喝红酒会是什么感觉？你现在当然是个行家了，因为你的感觉发展了，改善了，你是一位哲学家了。但是关键在于你是如何发展和改善的？那是由于你脑部某些神经元联结进行重组的缘故。自然界中没有什么是神秘的。”



“成为一头猪是什么感觉我不知道，否则我会说就像猪一样顽固。”N和气地说，“不幸的是，这从哲学角度来讲是不可能的，至少是不可理解的。想想那只可怜的蝙蝠吧。假设蝙蝠具有意识，运用声纳系统，靠回声辨别事物，这是一种怎样的体验？它对世界的感受更多是来自视觉，还是听觉，或者是完全陌生的感觉？被挤压是一种什么感觉？是一阵剧痛还是砰的一声的感觉？也许是介于剧痛与砰的一声之间的感觉，也许是完全不同的感觉？你不可能解释作为一只蝙蝠是什么感觉，被挤压是什么感觉。物质是不能解释心智的。”

N继续说道：“我还要补充几句。如果你不在乎蝙蝠，那么想想你自己。想想黑暗的感觉，想想痛苦的感觉，想想水流的声音。为什么黑暗是这种感觉，而不是别的感觉？为什么不是那种看到明亮的蓝天的感觉？为什么看到蓝色的感觉与看到绿色的感觉或痛苦的感觉不一样？为什么痛苦的感觉与黑暗的感觉不同？为什么新烤出来的面包的香味与回

答不出问题的羞耻感不一样？为什么不是那种被挤压的感觉？”



伽利略听不到黑暗中的声音，也没有听到有人对N这些问题做出回答。但是伽利略不会接受那种观念——认为一个系统具有的意识是任意。他不会放弃充足理由原则，即任何事物是这个样子，不是那个样子，必定有一个原因。如同意识的出现是脑运作的结果，意识的特性也是如此。意识的第二个问题是：什么决定了意识特定的方式？伽利略想，一定存在某些必要充分条件，决定一个人拥有怎样的经验，一旦知道这些条件是什么，就可以解释这个问题了。

这些条件是什么呢？不会是脑内某一特定部位的物质属性：脑内感知红色的特定的神经细胞并不是红色的，感知蓝色的神经细胞也不是蓝色的。也许应该从另外的角度寻找答案。是否具有意识，意识在哪里产生，不是由神经细胞的属性决定的，而是由整合信息的数量决定的，而

整合信息是由很多神经细胞产生的。也许意识特定的方式，即意识的特性，不是由复合体内细胞的属性决定的，而是由产生信息的特定方式决定的。

注解

这一章试图解决意识的第二个问题，但想法还很不成熟，像洞穴中的伽利略一样迷茫，像蝙蝠那样飞得又急促又不平稳。柏拉图的洞穴为我们提供了双重视角，一方面是受到惊吓的伽利略所具有的熟悉的意识，另一方面是英勇的蝙蝠所具有的陌生的意识。然而，空中还飘荡着一个不和谐的声音，这个声音并没有给出清晰的答案或解决方法。问题很明显：任何一个人看到一条海鳗从海底的洞穴中爬出来，一动不动地回头看着什么，显得很神秘，像老斯芬克斯（Sphinx）[1]那样摆出一副沉思形而上学问题的姿势，那么他肯定会想知道这条海鳗的感受以及它在想什么。蝙蝠的例子也是如此，尽管蝙蝠不会摆出一副哲学沉思的姿态，回过头看着我们。虽然海鳗的例子更贴切，但是蝙蝠的例子却有着显赫的背景：哲学家托马斯·内格尔（Thomas Nagel）在一篇名为《成为一只蝙蝠会是什么样子》（发表在1974年的《哲学评论》上）的文章中，就是以蝙蝠（可能既不属于鸟类也不属于哺乳类）为例来说明：科学永远无法知道意识的特性。很明显，这一章不断提到的“被挤压”的感觉，对蝙蝠来说是一个很重要的概念，但对我们来说毫无意义。之所以提到这种感觉是为了说明蝙蝠的经验与人类的经验无法沟通。对由于脑部某个区域受损而不能感知颜色（色盲）的画家的描述来自奥利佛·萨克斯（Oliver Sacks）的《火星上的人类学家》（An Anthropologist on Mars）。从灰色水（脑）中提炼红酒（意识）在科林·麦金（Colin McGinn）看来是不可能的。《柏拉图的洞穴》（Plato’s Cave，1998）是肯尼斯·艾华德（Kenneth Eward）的作品。《焚烧蝙蝠的男孩》（The Boy Exposing a Bat to the Flame）是特罗菲姆·毕哥特

（Trophime Bigot）[2]的画作，现藏于罗马的多里亚·潘菲利美术馆。《蝙蝠》（The Bat）是阿尔布雷希特·丢勒的作品，现藏于法国贝桑松市美术及考古博物馆。同在一个洞穴中的绿色海鳗与灰脸海鳗的照片是理查德·林（Richard Ling）在澳大利亚新南威尔士州西南岩的绿岛上拍摄的。吸血蝙蝠的脑部照片来自K.P.巴特那格（K.P.Bhatnagar）发表在《巴西生物学杂志》（2008）上的一篇文章。

[1]　斯芬克斯是希腊神话中底比斯狮身人面的带翼怪兽，它让人猜一个谜，猜不出谜底的人会被它杀害。在俄狄浦斯解开谜题后，斯芬克斯自杀。

[2] 特罗菲姆·毕哥特（1579—1650），法国巴洛克风格画家。——译者注

第18章　看到黑暗：解构黑暗

黑暗不是存在于虚空中，看到黑暗需要条件

一切笼罩在黑暗中，漆黑一片，静寂无声。伽利略凝视着夜空，就像他年轻时那样。他的思绪在飘荡：只有漆黑一片，黑暗在蔓延，直到他目光的尽头。除了黑暗，什么都没有：没有月亮，没有恒星，没有行星。伽利略不知不觉中轻声念出一个词：黑暗。

伽利略平静的心情并没有持续多久。纯粹的黑暗被打碎了，被各种问题与质疑打碎了。当他看到黑暗的时候，他的脑子是怎样一种状况？哪些神经元相互作用才形成黑暗的经验？他能够想象自己的脑部是怎么运作的吗？他能够想象产生黑暗的经验需要什么条件吗？他能明白黑暗——纯粹的黑暗——是怎么形成的吗？

地图能告诉我们的很少。彩绘地图上的陆地和高山是扁平的，大城市只剩下一个名字，测量取代了运动，温度取代了热，所有细节消失了，生命不见了。言语不能完全表达这个世界，各种事件太多了，以至于历史无法全部书写。

所有的地图模型，甚至由微缩模型大师制造的复杂的人脑模型，都是没有生命的。因为这些都只是模型，只是现实令人乏味的模拟物，没有生气，而被模拟的对象却是有灵魂的。即使这些模型能够像有生命的东西那样运转，它们也是没有灵魂的。

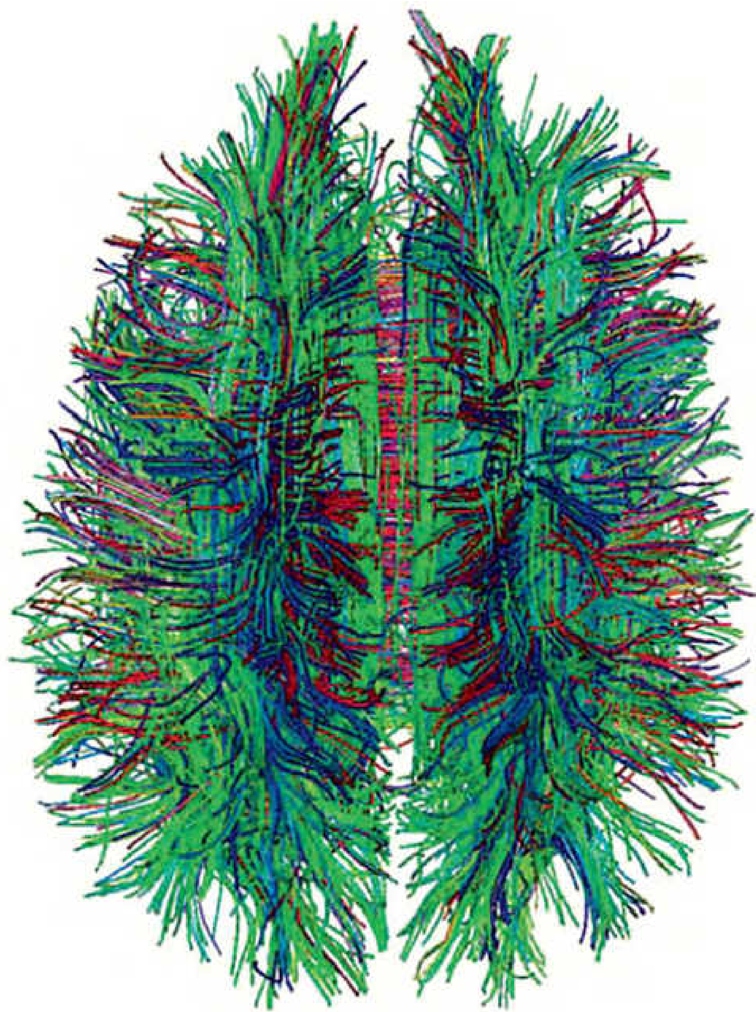
伽利略重新研究人脑，试图透过闪闪发亮的头盖骨看到脑内部。他查阅了弗里克留给他的书。他发现了什么？他知道看到事物是什么样的体验吗？他知道内部的光如何穿透脑这座城堡吗？他的手划过脑部各个

区域，感觉里面的神经元在不停地运作，轻声低语着。



伽利略想象一幅画面：神经元发放的信号从眼睛后部出发，一直到位于脑顶端的大脑皮层最高级的视觉区域。弗里克告诉过他，这个部位发放的信号会触发少数几个专门负责发放黑暗信号的细胞进行最后发放。每次我们有意识地看到黑暗，即使是梦到黑暗，这些细胞就会进行发放。在我们没有看到黑暗时，这些细胞不会发放。如果这些细胞受损，我们甚至无法想象黑暗到底是什么样子。

伽利略接着想象附近专门负责发放亮光信号的细胞是怎样的：这些细胞一片沉寂，因为没有看到亮光。不远处还有一些细胞，负责发放蓝色、红色或绿色信号，这些细胞也是一片沉寂，因为它们能看到的只是无边无际的黑暗。而另外一些细胞能觉察到简单事物，如事物的边缘或障碍物，垂直、水平或倾斜的事物，视野的中间、左边或右边的事物。这些细胞也是一片沉寂，因为它们没有看到自己喜欢的东西。视觉区域其他细胞也是如此，如专门负责形状——如长方形或圆形——的细胞一片沉寂，因为它们没有看到任何形状。专门负责辨认脸孔的细胞也是沉默的，因为没有看到脸孔；专门负责察觉运动物体的细胞同样沉默，因为没有东西在运动。在大脑皮层其他部分的细胞也几乎没有什么活动。听觉皮层的细胞没有进行发放，因为它们没有听到任何声音；负责触觉、味觉、嗅觉的细胞也没有发放，因为它们没有触摸、品尝、闻到任何东西，它们感觉不到也想不到任何东西。



最后，他想象这些分布在脑各个区域的神经细胞是如何相互联结，形成一个复合体。这是一个单一、完整的实体，作为整体在运作，不能被简化，是一个具有很高Φ值的复合体。

也许他能够看到事情是怎样发生的。当他看到纯粹的黑暗时，这个复合体的复杂机制通过无数的联结，将数以亿计的不能导致现有发放模式的可能状态都排除在外：除了少数一些被黑暗激活的神经元，其他所有的神经元都处于沉默状态。通过将那些不协调的状态排除出去，这些被激活的神经元产生大量的整合信息。

现在他明白了。他想应该是这样的：在大脑内部，有一个具有高Φ值的复合体，但不是脑部所有的区域都有这样一个复合体。他想象在小脑、脑干、脊髓以及其他地方不停运作的神经元，这些神经元的运作对他的意识来说无关紧要，它们的发放行为也与他的经验的形成无关，不是因为这些神经元与大脑的神经元相比有什么不同或比较软弱，仅仅是因为这些神经元不享有特权，不属于统治脑的伟大的复合体的一部分。

因此，虽然视网膜上的神经细胞在黑暗中也进行发放，但这些细胞与他的经验无关：它们只是确保脑部处于皮质丘脑系统、具有特权、发送黑暗信号的细胞能够发放。很多处于大脑皮层内或大脑皮层下、不处于核心位置的细胞（如那些使伽利略不自觉地说出黑暗这个词汇的细胞），被永久地排除在他的意识之外。而小脑、脊髓以及脑干部位的回路（作用是保持平衡、稳定视线、控制血压）日夜不停地运作，疲于应付没完没了的任务。



但是这些细胞不会成为广阔的大脑复合体这座华丽的大城堡的一部分：它们散落在各个黑暗的小村庄，被困在一个小地方，它们的Φ值低得可怜。它们遭到遗弃，永远不能进入雄伟的城堡大厅。城堡里是一个永远富有、和谐的社会，在这里接收及讨论所有重要消息，制定所有计划，做出所有决定。城堡外面，大量的商人、工人、农奴从事着他们卑贱的工作，听不到任何消息，不知道任何计划，也没有任何发言权。但是他们始终支持城堡，没有他们，城堡很快会灭亡；没有这些被抛弃者孜孜不倦的辛勤劳动，城堡里的人员连最简单的任务也无法完成。时不时地，一个显要人物会站起来靠近座位旁边的一个小门，把耳朵贴近门上的一个洞口，小声地传达命令，声音小到其他人都听不到。门外的信差会马上将任务传达出去，还可能会回来汇报情况或接收另一个命令。但是信差以及农奴们绝对不可能参与大厅里正在进行的讨论，有关大厅里这个高级社会的任何信息都不会泄露出去，农奴们知道的仅仅是一些间接的小消息。



当伽利略从沉思中惊醒的时候，他并没有茅塞顿开，反而因怀疑而战栗。各种图片在他眼前快速闪现，他看到脑，看到大脑复合体，看到神经元在发放，看到各部分的结构，还看到Φ值。但是有一个对象简单却至关重要（当然是对意识来说很重要，也许还是关键因素），那就是整合信息，即闪耀的神经元复合体。然而，为什么闪耀的神经元复合体能产生经验？为什么整合信息具有主体性的一面，从而成为经验？

更糟的是，伽利略觉得N的观点是对的：我们无法想象这些以特定方式闪烁的神经元复合体是如何产生纯粹的黑暗的特定经验。不存在某种不可思议的魔力，能够从神经元复合体中强行获取黑暗的经验。也不存在任何引起事物变化的魔力，能够从神经元及其机制中制造出黑暗。不存在任何机制，能够赋予黑暗特殊的视觉特性，即独特的黑色感受质。N曾经说过，我们无法解释黑暗看上去是这个样子的原因，同样无法解释为什么黑暗是这个样子，而亮光是那个样子，为什么颜色看上去与形状、听到的音乐声、感受到的痛苦不同，也无法解释蝙蝠被挤压的感觉。总之，物质的东西无法解释心智的东西。相信这些事情可以得到解释只是一种很愚蠢的信念，其实什么都解释不了，一切都是徒劳。伽利略再一次被自己热切的希望愚弄了。

伽利略是个傻瓜，但即便他是个傻瓜，那也是一个骄傲的傻瓜，他的骄傲在燃烧，迸发出智慧的光芒。他看到塞勒诺在加热、冰冻伊什梅埃尔的脑袋；然后他发现那不是伊什梅埃尔的脑袋，而是阿尔图里的脑袋，同时在操作的那个人也不是塞勒诺，而是他自己。他在慢慢冰冻阿尔图里的脑袋，一片接一片，一个区域接一个区域，一个节点接一个节点，慢慢地侵蚀他的脑子，就像乌哥利诺伯爵在啃咬比萨大主教的头颅[1]。



阿尔图里在那里，凝视着夜空，一切都笼罩在黑暗中，彻底的黑暗，无边无际的黑暗。伽利略问阿尔图里，如果将他脑中听到声音的那部分冰冻起来会出现什么情况？他对黑暗的经验会改变吗？阿尔图里很快做出回答：“根本不会。如果之前是一片沉寂，现在还是一片沉寂。只要没有声音，我怎么能够判断听不到声音是因为耳聋还是因为根本没有声音？”

伽利略说：如果我将你的耳朵冰冻起来，你的这种说法是成立的。但是如果我将你脑中负责听觉的部分冰冻起来，你怎么会知道周围是一片沉寂呢？

“没有声音与听不到声音难道不是一回事吗？”阿尔图里大声嚷道。

伽利略回答：当然不是一回事。设想一下，如果我将你脑中负责嗅觉、味觉的部分也冰冻起来，会发生什么变化吗？

阿尔图里说：“还是不会。只有出现一种气味或可品尝的东西，我才会感到有区别。”

如果我将你脑中负责辨识人的脸孔的部分冰冻起来，会产生什么变化吗？

“看到黑暗与看到脸孔是两回事。”阿尔图里说。

如果将你脑中负责看到各种形状或运动物体的部分冰冻起来，又会如何？

“黑暗就是黑暗，跟物体的形状无关。”

伽利略最后问道：将你脑中负责看到蓝色、黄色、红色或绿色的神经细胞冰冻起来，会发生什么改变吗？

阿尔图里犹豫了一下，然后回答：“还是不会有任何变化，他对黑暗的感知还是不会改变。打开蓝色的光，出现一个物体、一张脸孔，听到钟声，这些他不会注意到。他只会继续看到黑暗，但他看到的是之前的黑暗。”

伽利略接着问：你说当你的脑子被冰冻时，你能看到黑暗，这种黑暗与你现在看到的黑暗是完全一样的吗？

“完全一样。”阿尔图里毫不犹豫地回答。

但是，如果你连颜色是什么都不知道，你怎么知道你看到的是黑暗而不是颜色呢？

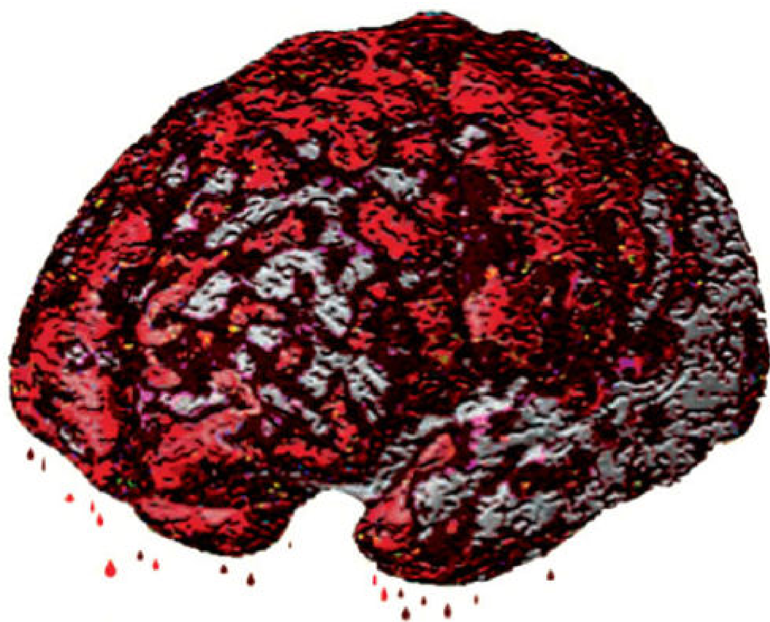
“如果我需要做的只是看到黑暗，为什么我要知道颜色是什么呢？”阿尔图里说。

如果你不知道听觉、嗅觉以及味觉是什么，你怎么知道自己是看到什么东西，而不是听到、闻到或尝到什么东西呢？伽利略还是坚持自己

的看法，发现阿尔图里不回答，他说自己会继续将他脑内看到亮光的细胞冰冻起来，他会侵蚀他的脑部，直到他只能看到纯粹的黑暗。

阿尔图里犹豫了一会，最后说："只要你没有将我脑内让我说话的部分冰冻起来，我还是要说我看到的是黑暗。"

伽利略说：你说你看到的是黑暗，这是什么意思？你甚至都不知道黑暗与亮光是相对的，更不知道黑暗与颜色、看到的物体、声音、气味、味道、想法、希望、记忆、感觉是不同的。你几乎什么都不知道。你也几乎什么都不是：你只会产生一丁点信息，你就像一个光电二极管，只能产生微量的信息。



阿尔图里沉默了，伽利略盯着他，然后继续说道：困难就在这。当你看到黑暗时，你以为自己看到的只是黑暗，你看到的东西是已经贴好标签的，你要做的只是看着它，看到它是黑暗。你以为黑暗就在那儿，已经形成，你只需要看到它就行了，你不需要建构它，也不需要拿它与

其他做比较，就知道它是黑暗。当然，要看到黑暗，你不需要对自己说：我看到的不是亮光，不是蓝色、红色，不是熟透的苹果，不是比萨、帕多瓦或罗马，不是声音、感觉，不是我所体验过的无数其他的场景。事实上，你不需要回顾其他经验，你也没有时间这么做，即使你每秒钟回顾一种经验，也要花上无数辈子的时间。

这是意识对你玩的第一个把戏：让你在瞬间体验到纯粹的黑暗。然而，实际上只有与不是黑暗作比较，才能看到黑暗。只有当你的脑子能够将黑暗从无数其他特定的状态中区分开来，你才能看到黑暗。光电二极管判断出来的黑暗是空洞的，只是两种状态中的一种。而你看到的黑暗是数万亿种状态中的一种，是独特的，与其他每一种状态都不同。你看到的黑暗无比丰富，与世界上最繁忙的市场一样丰富多彩。



接着，伽利略与阿尔图里一起看到下面的情景。他们看到塞勒诺医生正在处理阿尔图里的大脑复合体，他脑内的神经元在发放黑暗的信号，但是这些神经元不是孤立的。大脑复合体中另外一些沉默的神经元为发放黑暗信号的神经元提供了背景。如果没有这些沉默的神经元以及它们遍布在大脑的各种机制，那么发放黑暗信号的神经元就像卑微的光

电二极管；如果发放黑暗的神经元被孤立起来，那么对它们来说，这个世界也是由两种方式构成，不是这种就是那种，但这两种方式却不是黑暗与亮光。

接着，阿尔图里看到塞勒诺切断他脑部的联结，损坏了连接处的机制，先是将上方负责辨别颜色的细胞联结切断，这时他大脑复合体的小部分收缩了一些。他看到自己的经验也收缩了，他看到的黑暗没那么浓了，因为他不再知道黑暗缺失了颜色。

然后，塞勒诺发疯似的将其他机制都损坏，尽管阿尔图里脑内所有的节点都还在原来的位置，但是所有的联结都被切断，发放黑暗信号的神经元还在运作，其他神经元很安静，没有反应。这时，大脑复合体坍塌了，分解成无数碎片，就如同一块大钻石碎裂了。经验与意识也破碎了，意识的数量与特性都消失了，再也看不到黑暗了。



注解

以光电二极管的思想实验作为起点，伽利略形成了关于意识的一种直觉。为了使这种直觉有具体的形式，他想象看到黑暗时他的脑子是一种怎样的状态。伽利略的脑部活动模型非常粗略，而且他的例子也存在令人怀疑之处：我们还不清楚是否存在某些脑细胞，专门对黑暗做出反应，尽管有些脑细胞对亮度做出反应，进行发放，有些脑细胞对某种颜色有反应。例如，当我们看到蓝色时，大脑皮层V4/V8视觉区域的细胞会发放信号；看不到蓝色，这些细胞就不会发放信号。如果这些细胞受

损，我们就看不到蓝色，但是如果用电刺激这些细胞，我们甚至可以在黑暗中看到蓝色（类似于梦到或想象到蓝色）。这些细胞被科学家们称作蓝色神经相关物。伽利略对脑部活动的理解可能很肤浅，但是他的结论似乎是合理的：要有意识地看到黑暗（或蓝色，或其他事物），我们的脑必须具备一个能够区分很多状态的神经复合体，而发放黑暗（或蓝色，或其他事物）信号的光电二极管却什么都看不到，不管光电二极管是电子器件还是类似我们脑的回路。在讨论意识的神经基础时插入扬·弗美尔（Jan Vermeer）[2]的画作《天文学家》（The Astronomer）很是不敬，这幅画现藏于罗浮宫。脑部联结网络（也被称为连接体）的图片由奥拉夫·斯伯恩斯（Olaf Sporns）与帕特里克·哈格曼（Patric Hagmann）提供。照片中的教堂圆屋顶来自伊斯坦布尔的圣索菲亚大教堂。丢勒的雕刻画《忧郁之一》（Melancholia I）中有神奇的方格（被称为丢勒幻方）、神秘的多面体，还有一些几何工具。乌哥利诺啃咬大主教鲁杰里头颅的图片是古斯塔夫·多雷（Gustave Dore）[3]为但丁《神曲·地狱篇》第32章所做的插图。被侵蚀的脑的图片（有所改动）由洛杉矶加利福尼亚大学的保罗·汤普森（Paul Thompson）博士提供，图片显示的是阿尔茨海默病患者的脑部结构。《芝加哥交易所之二》（Chicago Board of Trade II）是艺术家安德烈斯·古尔斯基（Andreas Gursky）的摄影作品。钻石的照片属于私人收藏，现藏于布里奇曼艺术图书馆。

[1] 乌哥利诺是13 世纪意大利贵族、政治家。他在党派斗争中失败，被控以叛国罪，与儿子、孙子被鲁杰里大主教关在高塔中饿死。但丁在《神曲·地狱篇》将乌哥利诺与鲁杰里同置于地狱的底层，乌哥利诺不停地啃咬鲁杰里的头颅。——译者注

[2] 扬·弗美尔（1632—1675），17 世纪荷兰画家，被称为荷兰黄金时代最伟大的画家之一。——译者注

[3] 古斯塔夫·多雷（1832—1883），法国版画家、插图画家和雕刻家。——译者注

第19章　黑暗的意义：建构黑暗

许多相互关联的机制规定了不是黑暗的内容，这是建构黑暗的基础

是谁将夜晚描画成黑色？物质的机制如何产生纯粹的黑色？为什么黑暗是黑色的，亮光是明亮的？为什么颜色与柑橘的气味以及声音不同？为什么痛苦的感觉与红酒的味道不一样？

N曾经提出这些疑问，伽利略现在有了一点头绪。通过将脑内的一个个区域依次冰冻起来，伽利略发现黑暗消失了。每次将一个区域冰冻，大脑复合体就失去一套机制，纯粹的黑暗（最简单的经验）逐渐失去意义。因此，这些机制是建构黑暗的条件，为黑暗的建构提供背景，从而产生黑暗的意识。如果所有这些机制被冰冻起来，只剩下区分黑暗和亮光的神经元在运作，那么就会只剩下一丁点意识，而且这点意识是没有什么特性的。

在一片黑暗与寂静中，一个场景出现了：许多轮子在不停地转动。伽利略看到上千个齿轮以各自的速度在旋转，像一个上了发条的混乱的机械装置。齿轮大小各异，小如别针，大如磨坊水轮。有些齿轮通过细轴不停地上下移动，联结在一起。另外一些距离远一些的齿轮通过绕在链轮上的长链条联结起来，这些齿轮绕着有悬臂支撑的小齿轮优雅地旋转。这些旋转的齿轮似乎没有尽头，来自各个方向的100万根绳子交叉着，一眼望不到边。

吵闹声震耳欲聋，使伽利略无法静下心来。他不知道这台精致的机器在做什么，只看到不计其数的轮子在转动。他没有看到有任何东西传送进去或传送出来，这台机器似乎在毫无意义地转动。



这时，有人走到伽利略身边，以一种充满活力的声音对他说：“尊敬的同行，你会承认这一点的：不能以因果关系来解释经验。”他说话带着一点德国口音，而且不指望伽利略会回答，继续说道：“你现在看到的是一台大型机器，它能产生思想、感觉、知觉。你可以仔细观察机器的每一部分。这台机器太大了，你可以在里面行走，就如同行走在一座磨坊中。你可以到处走，但你看到的只是各部分互相推动，你不会发现任何

可以解释经验的东西。”

“看这里。”这个男人说着，将伽利略带到一堵石墙后面。这里有很多穿着东方风格的服饰的人。每个人都站在一个底座上，透过一架望远镜在观察着什么。而且每个人都拿着一面旗子，旗子或举着或垂着。

“计算！”这个男人说，“齿轮通过拉动链子和绳子能够进行计算。蚁丘中的蚂蚁如果知道要计算的是什么的话，也会计算。拿着旗子互相挥舞着的上百万中国人也会计算。计算可以用机械化操作，思想也可以用机械化操作。但是经验可以用机械化操作吗？成为这座巨大的磨坊是什么感觉？这种感觉跟其他感觉类似吗？哦，请原谅我的无礼，我应该做自我介绍。我是冯·L.男爵，听候您的吩咐，我最尊贵的客人。”

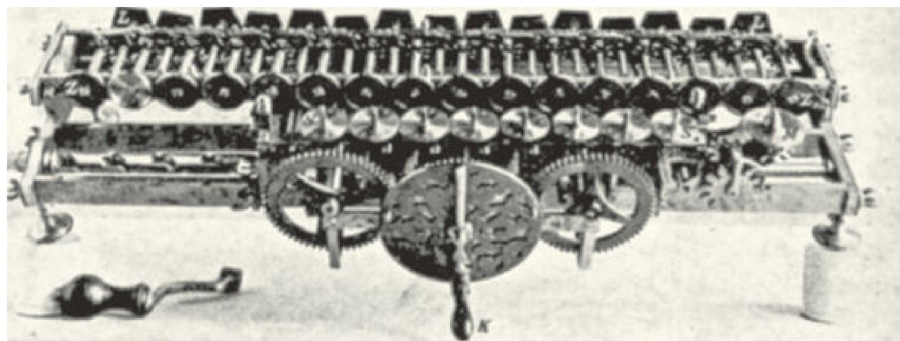


伽利略说：尊敬的男爵，说到磨坊，我想以布鲁诺的方式回答你，如果我的记忆没有错的话（伽利略想，布鲁诺可没有放弃自己的学说）。对一个来访者来说，我们也只不过是齿轮：

他们就像生活在动物身体内的虫子，而所有动物都生活在这个世界中。动物们不会认为这个世界有任何感觉，就如同我们肚子里的虫子不会认为我们有任何感觉，也不会认为我们的灵魂比它们的高贵……

“诗歌，亲爱的同行，这是诗歌。”男爵说，“但是现在我们讲的是逻辑。我发现逻辑是最好的药！我说到哪儿了？哦，说到光。”他露出善意的微笑，接着说：“如果你不介意，我想问你几个问题。伽利略先生，光电二极管的例子让你学到了什么，使你晋升到更高级的磨坊的层次了吗？这里有亮光，光电二极管的开关也打开了，此时光电二极管知道什么吗？”

伽利略说：我学到了以下内容。光电二极管没有区分有色亮光与无色亮光的机制，更加不能判断有色亮光到底属于何种颜色。对它而言，所有亮光都是一样的，“亮光”不可能指有色亮光或无色亮光，更不可能是某种颜色的亮光。光电二极管同样不能区分亮光与较暗背景衬托下的较为明亮的形状。因此，“亮光”不可能指与任何一种形状相对照的全部视野中的亮光。更糟的是，光电二极管甚至不知道它探查的是某种可视的东西，因为它不具备一种机制，使其能判断什么是可视的（如亮光或黑暗），什么是不可视的（如冷或热，轻或重，响亮或轻柔）。



“完全正确。”男爵说，“就光电二极管所能知道的有限信息而言，它也可能是温度传感器，而不是亮光传感器。它没有办法知道自己感知的是亮光与黑暗，还是冷与热。你肯定明白，光电二极管唯一知道的事情是这个样子或不是这个样子，不可能明白其他事情，因为它不具备知道其他事情的机制。因此，当光电二极管查探到‘亮光’，这个‘亮光’跟伽利

略先生看到的‘亮光’不是一回事，甚至不意味着亮光是一种可视的东西。”

德国人继续说：“但是你，尊贵的同行，当你看到‘亮光’，你非常清楚自己是否知道这是亮光：因为你具备精致的机制，使你马上明白事情是这个样子而不是那个样子（是亮光或是黑暗）；明白自己在区别的东西不是任何一种颜色，不是任何一种形状；是可视的东西，不是听到的或闻到的；是感觉到的，不是想到的，等等。伽利略先生，每一种机制都是一个概念。机制产生意义。亮光与黑暗的意义就是这样产生的！”最后男爵大声说道。

伽利略点点头。意识到光电二极管所欠缺的机制，伽利略开始欣赏使自己能够“看到”亮光的机制。

“非常好。”德国人说，“但是你得承认，到目前为止你用的是简单的方法，即减法：除去人脑一个又一个机制，然后看到有关‘亮光’的意识逐渐减弱，失去其‘非颜色性’、‘非形状性’，甚至是可视性，直到它的意义少得如同光电二极管——只是‘两种方式中的一种’。这种方法不错，但现在是时候正确地理解问题了，这就是运用加法的方式。伽利略先生，所有的评论者都认为他们能够推翻我的理论。当然，推翻很容易，但是我能够以更快的速度重建，我用的加法比他们用的减法更快！我说这话是什么意思呢？尊敬的朋友，事实上你能凭空看到亮光吗？”



伽利略明白男爵的意思。要使低级的光电二极管升到与伽利略的脑一样高级的层次，需要增加哪些机制呢？或者，只要使他脑内辨别亮光与黑暗的神经元升级就可以了吗？其实，需要增加其他一些能够辨别其他事物、颜色、形状或声音的机制。有意识的“亮光”不只是黑暗的对立面，还与以下内容不同：颜色、形状、颜色与形状的结合、声音、气味、想法，等等。

“非常正确。”男爵说，“在可选择项中区分‘亮光’，并不是从一堆无差别的事物中挑出一个，而是以一种特定的方式辨别每种选择项。现在让我们开始想象！”

伽利略试着想象：想象一个简单的、如同光电二极管那样的机制存

在于他脑内某个地方，能够分辨处于视觉中心的亮光与黑暗，这一机制由神经元互相联结形成。这个小小的机制产生一小点信息，尽管它不知道什么是亮光或黑暗，也不知道亮光或黑暗处于视觉的中心。伽利略接着想象另一个简单的机制，能够在其他颜色中区分蓝色，而蓝色同样处于视觉中心。这个机制同样能产生少量的信息，能够将处于视觉中心的蓝色与其他颜色区分开来。还有区分红色的机制。

“非常好。”男爵表示赞同，“当然还有其他类似的机制，其他神经元与神经元之间的联结在关注视野其他部分。一些关注中间偏右边一点的地方，另一些关注中间偏左的地方，或者上面，或者下面，或者右边更远处的地方，或者左边更远处的地方。这样的机制有上百万个，分别负责亮光与黑暗，或蓝色、红色，等等。”

伽利略说：还有其他神经元，处于第一层次的顶部，其任务是在低层次神经元工作的基础上做进一步计算。例如，如果低层次的三个神经元能依次完成各自工作的话，较高层次的一个神经元就可能会开始运作。这个较高层次的神经元能够区分视觉中心是否有一横线。

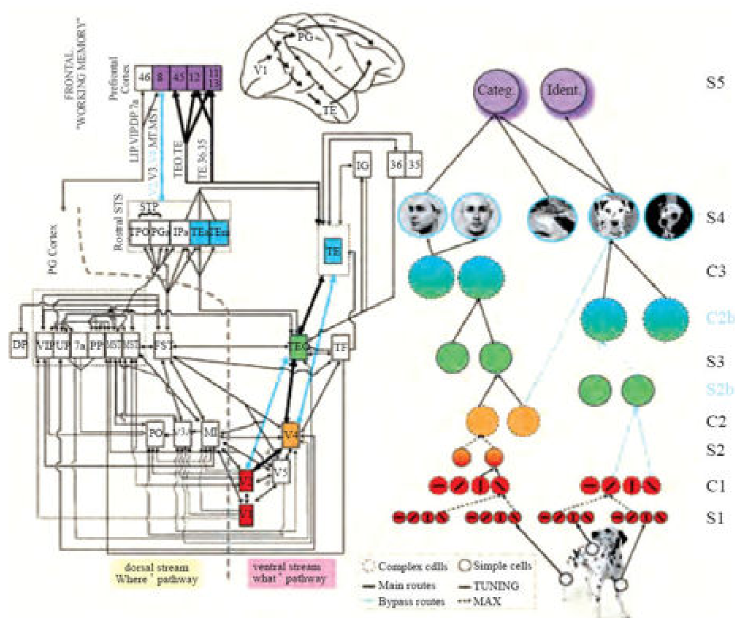
男爵补充道：“这是当然，尽管这个神经元跟光电二极管一样，不知道线条、亮光或者中心是什么意思。”

伽利略说：是这样的。然而，这样的神经元有很多，不只是辨别横线，还有一些神经元负责辨别竖线与斜线；这样的神经元也不只是处于视觉中心，还有一些神经元处于视觉其他位置。更高层次的神经元通过综合低层次神经元的工作，能够辨别特定的形状、脸孔、地点，等等。

“确实如此。”男爵说，“尊敬的同行，你瞧，有些神经元甚至具备柏拉图认为是神奇的能力：那就是能辨别不同的观念！以三角形这一概念为例，不管这个三角形出现在什么地方，是大是小，它的角指向哪个方

向，也不管这个三角形是等边三角形、等腰三角形还是不等边三角形，神经元都能辨认出来！”

伽利略说：是的，或者以人的脸孔为例。就拿一个女人的脸孔来说吧，不管这个女人的脸孔出现在什么地方（中间、左边或右边），不管她盯着什么地方看，不管她是如何穿着打扮的，不管她是在微笑还是在伤心，也不管是当面见到还是在记忆或梦中见到，这个女人的脸孔都能被辨认出来。



伽利略还想继续说下去，这时男爵打断伽利略的思绪，说道：“亲爱的朋友，在你的想象力越走越远之前，我们不要忘记，你脑内的每个机制，不管是低级的还是高级的，都只能做很少的工作，只知道一点事情，不比光电二极管知道得多。我的意思是，在你脑内可能有一个神经元能区分女性特征，或者说能区分关于女性特征的观念。也许这个神经元能骄傲地理解这个观念，然而它会摒弃这个观念的一些细节问题。因为观念是不变量，是普遍的，是通过抽象化以及忽略细节而形成的。”

伽利略想：细节指的是她在哪里，她的眼睛朝哪个方向看，她的衣着打扮，她的肤色以及她的笑容是否甜蜜。区分这些细节是其他神经元的任务。现在伽利略明白了。

“很好，尊敬的朋友。”男爵肯定地说，“每一个神经元，每一个小小的机制，都统治着各自的小王国：排除掉一些可能性，规定自己的小领域、小概念，至于其他的，一概不知。从外面看，我们发现一个机制负责查探中间的亮光，另一个机制负责查探左边的亮光，另外一些机制分别负责查探蓝色或红色的亮光，椭圆形或方形的事物，人的鼻子、嘴唇、脸，甚至一个女人。但是这些小小的机制自身并不知道这些，它们只知道是这样或不是这样，它们的整个世界都围绕这一点信息在转动。”

伽利略说，我现在明白了。这些机制一起运作才能产生意识。这些机制必须同时规定一整套概念：这就是她，她处在视觉的中心，穿着黑衣服，她的眼睛在盯着我看，她嘴唇的线条很迷人。

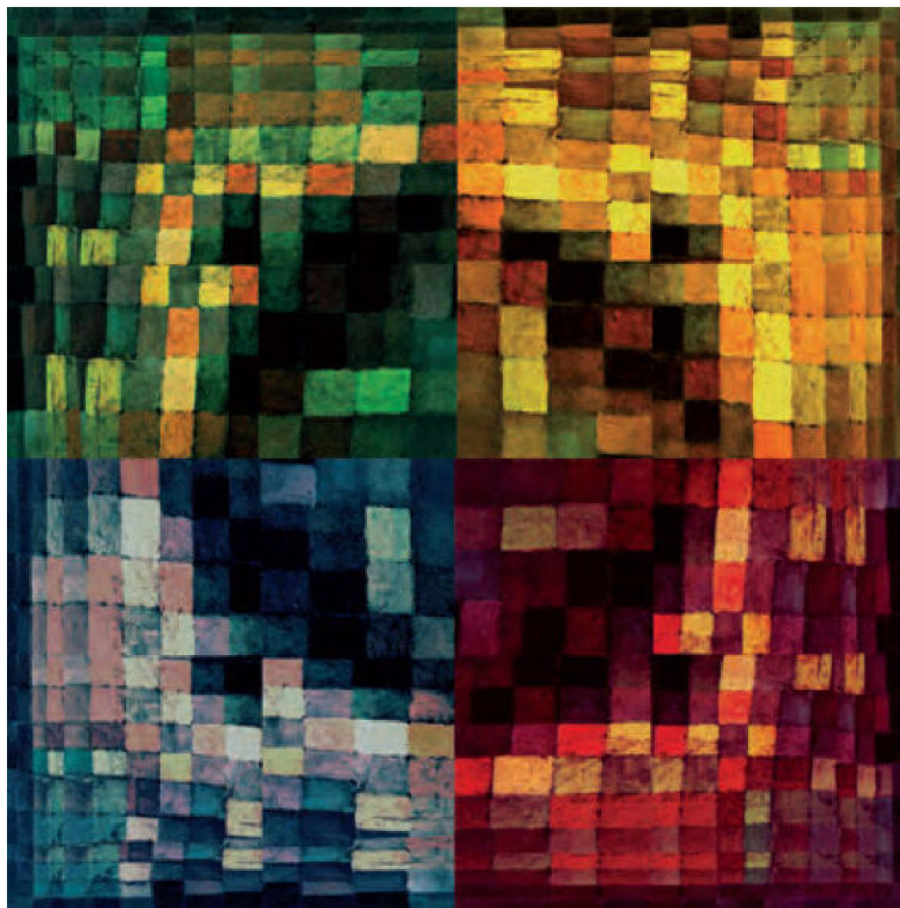
男爵说：“实际上，它们一起规定的内容必须比它们独自规定的内容的总和丰富。整体必须大于部分之和，否则就不会产生概念、复合体、单一的实体、她以及你。”

伽利略想，是这样的。但是如何做到这点呢？这些机制必须以某种方式运作才能形成一个整体，一个超越各部分之上的复合体。一个磨坊是不够的。小脑与任何一个会运算的磨坊一样复杂，但是就算小脑能够产生经验，那也是很少量的经验。如果失去整个小脑，一个人的经验还是跟之前一样多。大脑这个磨坊并不比小脑活跃，也不比小脑具备更多条件：两者都存在于颅骨内，都由相同的物质构成，都被施了魔法，都是人脑这台“织布机”的组成部分。然而，大脑却能产生最丰富的意识。大脑受到打击，灵魂都会出窍。所以说，复杂的构造、温暖而柔软的躯

体、有活力的生命，这些都不能确保经验必然会产生，如同由各种小齿轮组成的机器不能阻止经验的产生。

男爵说：“是的。重要的是有多少可选择项，有多少关系密切却单一的实体。这张最大、最复杂的网可以由各种小齿轮或细胞组成，也可以由流动的线条或光线组成，复杂无比。当你破解了这张网的密码，知道了它的Φ值，它就会分解为无数的小复合体，每个复合体的价值都不大；还有一种可能：你会发现这张网是一颗有无数切割面的钻石，像一个外表冰冷、灵魂却在燃烧的磨坊。”

伽利略说：亲爱的男爵，你说的话太富诗意了，还是用逻辑的方式表达吧。告诉我，怎样才能做到这点？



“伽利略先生，这很简单。”男爵大声说，“只要把一个机制堆到另一个机制的顶部就行了！就这样越堆越高！如果只是孤立的一个机制，产生的信息微乎其微：不是这样就是那样。但是将它们堆积起来，一个个叠上去，不是并肩排列，而是一个站到另一个的肩上，它们就能产生更多信息，信息量会成倍增加，形成的概念更具普遍性，它们之间的联盟也更独特。”

伽利略说，也许是这样吧。如果我能够描述这些概念与观念，解释它们如何交织在一起形成一个单一的结构，也许我就能从机制中建构起意义。

“最尊敬的同行。”男爵大声说道，“你还是不喜欢我的磨坊！你不喜欢磨坊的绳子与小齿轮吗？也许你喜欢更缥缈的事物，像亮光之类的东西。那么去看看另一个我吧。但是，如果磨坊的绳子不是由金子做的，不是紧绷的，那会是什么？如果小齿轮不是珍贵的钻石的棱角以及钻石表面令人惊叹的几何图形，那又会是什么？被施了魔法的织布机（指人脑）形成互相缠绕的网，在这个感受质空间里，感觉不是由机制决定的吗？”

注解

很明显，与伽利略说话的德国哲学家是戈特弗里德·威廉·莱布尼茨（Gottfried Wilhelm Leibniz）[1]。莱布尼茨的画像现藏于德国汉诺威下萨克森州立博物馆。莱布尼茨这样想象他的磨坊：“设想有这样一台机器，能思考、感受，有知觉。设想这台机器按原比例放大，大到我们可以走进去，就像走进一座磨坊。我们仔细检查它的内部结构，会发现机器各组成部分都在运作，但是没有一个部分能够解释知觉是如何形成的”（《单子论》，1714）。之后的哲学家内德·布洛克（Ned Block）与约翰·塞尔发展了莱布尼茨的磨坊理论，将中文作为论证的变量。莱布尼茨与布洛克、塞尔不同，他是一个泛心论者，认为所有的物质都有一个灵魂，除非是那些纯粹以机械方式聚集在一起的物质（如一堆石头）。伽利略的记忆是正确的：在运用单子概念这一点上，莱布尼茨跟布鲁诺很像。有意思的是，单子是不可简化的，每个单子都是独一无二的，有些单子占有优势。莱布尼茨试图解决一直困扰泛心论的一个难题：如果存在的每样事物——甚至包括原子（现在应该说是亚原子粒子）——都有思想或意识，那么为什么有些事物似乎比其他事物具有更多意识（大脑的意识比小脑丰富很多，而石头或原子简直没法与之相比），而有些聚集体根本没有意识？如果说泛心论在意识问题上处境尴尬，那么它在经验的特征这个问题上的处境就更艰难了。这正是伽利略和莱布尼茨想

方设法要解决的问题：将脑内各种机制按等级排列，希望通过研究这座现代版的磨坊而有所收获……

磨坊的图片来自乔凡尼·巴蒂斯塔·皮拉内西（Giovanni Battista Piranesi）[2]的蚀刻版画《监狱》系列的第七幅《吊桥》。图片中的计算机器是莱布尼茨发明的。画像《点蜡烛的女子》是戈德弗里德·萨尔肯（Godfried Schalcken）[3]的作品，现藏于佛罗伦萨皮蒂宫。两张图表——猕猴视觉皮层的联通模式（左图）与物体识别等级模式（右图）——改编自G.克莱门（G.Kreiman）发表在学者百科网站的文章《生物体物体识别》（Biological Object Recognition），而这篇文章来自T.塞尔（T.Serre）、M.库（M.Kouh）、C.卡迪厄（C.Cadieu）、U.诺布莱希（U.Knoblich）、G.克莱门等人的著作，该著作被收入麻省理工的《人工智能备忘录》（2005）。展现系统内各要素“信息关系”模型的拼图改编自保罗·克利（Paul Klee）[4]的画作《原始的和谐》（Ancient Harmony），现藏于瑞士巴塞尔美术馆。

[1] 戈特弗里德·威廉·莱布尼茨（1646—1716），德国数学家、哲学家，发明了微积分，对二进制的发展做出贡献，与笛卡尔、斯宾诺莎被认为是17 世纪最伟大的理性主义哲学家。——译者注

[2] 乔凡尼·巴蒂斯塔·皮拉内西（1720—1778），意大利艺术家，以蚀刻和雕刻罗马及古代遗迹闻名。——译者注

[3] 戈德弗里德·萨尔肯（1643—1706），荷兰肖像画家。——译者注

[4] 保罗·克利（1879—1940），瑞士裔德国画家，画风受表现主义、立体主义、超现实主义影响。——译者注

第20章　亮光宫殿

经验是由整合信息形成的一种形状

他的眼前灰蒙蒙的，就像夜幕降临，水蒸气在结冰的湖面上漂浮。

伽利略听到高处传来一个声音：“这就是绝对无知的源头。你要从这里开始。”



“为何说是无知？”远处另一个声音问道。伽利略想，这可能是阿尔图里的声音。

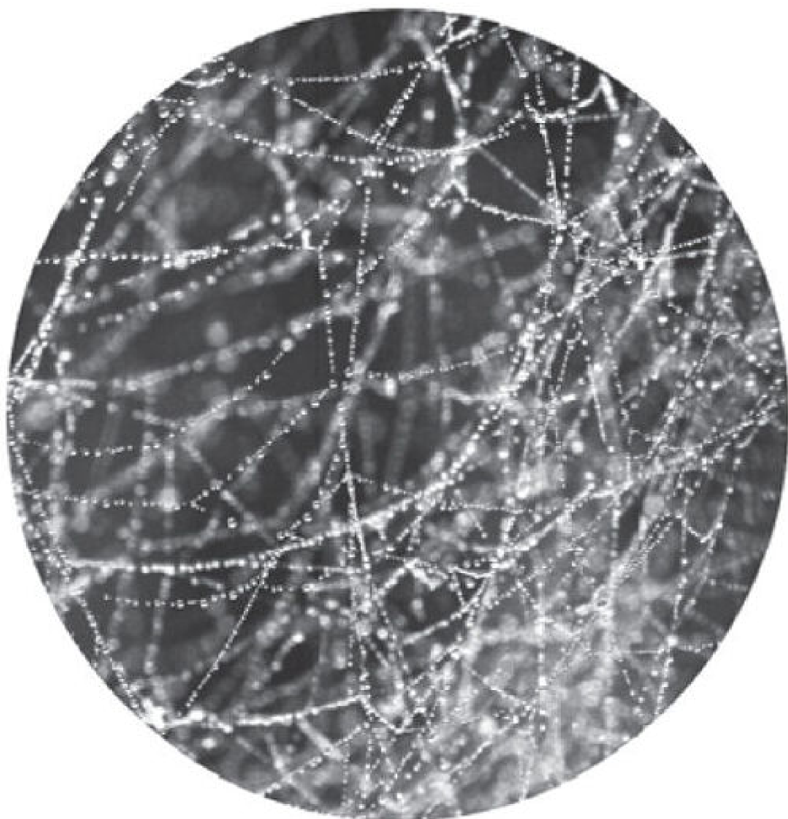
“很快你就会明白原因了。”高处的声音说，“向前走，你会看到一条

绳子，然后顺着绳子爬上去。”

“这么说无知就像灰色的雾气，就像英格兰的坏天气。”阿尔图里发表自己的意见。

“只有机制才能打败无知。”高处的声音回答道，“但是要注意：每次胜利都只具有一点价值，与无知的严重性比起来，这点价值不值一提。因此，赶紧行动，不要在这儿逗留了。”

于是，伽利略在无知的迷雾中前行，不知道将会碰上什么，这让他害怕。没多久，他就看到一个绳梯。他拉了一下绳子，绳子伸长了一点；他抬头望去，一片雾气，看不到梯子的尽头。他开始爬梯子，头一直仰着。当他发现有另一条绳子连接在他正在爬的那条绳子上的时候，他停了下来。很快他就到达绳子的一个节点，节点下面联结着好几条绳子。这些绳子在节点处分开，有些绳子松松垮垮地往上延伸，另外一些绳子的坡度很陡。他看到一点亮光，闪现在左侧的远处。



高处的声音又响起来：“不要浪费时间。还有很多节点要爬，你还会看到很多亮光。”

这是哪里？伽利略问。

“你正在爬我宫殿外围的脚手架。你现在站在第一个机制的节点上，你看到的亮光是第一个机制从宫殿里发出来的。”高处的声音说道。

伽利略想，那好吧。接着，他爬上一条笔直的绳子。当他到达第二个节点时，他看到另外一点亮光，与第一点亮光相隔不远，但他仅仅看到一点亮光。他问：我看到的是刚才的亮光还是另外的亮光？

“你看到的是第二个机制发出的亮光。”高处的声音说。



“我看到的亮光似乎连接着无数的细丝，这些细丝从绝对无知的迷雾中分散开来。”阿尔图里大声叫嚷道。

伽利略几乎看不到细丝。

“在我的宫殿里，没有东西连接在其他东西上。每样东西都处在恰当的位置上。”高处的声音说。

伽利略大声说：这是怎样的宫殿？我想不明白。

高处的声音说：“那么就让我告诉你吧。你正在爬的节点和绳子形成一个复合体，复合体最基本的机制就是绳子和节点。它们的联结方式很复杂，正是通过这种联结方式，它们相互作用，为彼此打开或关闭开关

（现在所有开关都是关着的）。节点和绳子根据自身的状态产生信息，而每一点亮光的位置规定了信息的内容——哪种状态被排除在外，哪种状态被包含在内。现在明白了吗？”

伽利略说：越来越糊涂了。

此时，阿尔图里的声音从远处传来：“我想我明白了。引导我们的话语像逻辑学家的思想那样简洁，好像说话的人是玻璃做的。我得出的结论是这样的：我看到的这些宫殿内部的细丝是巨大空间里的轴线，这些轴线不是三维的，而是有数万亿个维度。因此，我们看到的亮光在这个空间中占据着特殊的位置。”

“你证明了无知与逻辑可以结合在一起。”高处的声音说，“脚手架里面确实存在一个空间，那是感受质的空间。你看到的细丝就是这个空间里的轴线，轴线的数量与复合体可能的状态一样多。我还要告诉你们：每一根细丝都是一个玻璃测量杆，其状态是0或1。”

阿尔图里大声说：“我明白了。我知道你的意思了。规定感受质空间内每一点亮光的位置的坐标必定指的是概率，即复合体过去与未来状态的概率，每一概率对应不同的轴线。这样的话，每一点亮光就代表一种概率分布——由复合体过去和未来的状态可以推导出现在的状态，如同由某个特定机制规定的那样。”

“你非常聪明。”高处的声音说，声音听上去还像之前那样遥远，“每一点亮光的位置都反映了一种概率分布，复合体过去和未来的每一种概率分布都是一个不可简化的概念。”

“这么说概念只是将复合体的状态组合在一起的方式。”阿尔图里说，“符合概念的状态被选中的概率就很高，其他的状态会被排除出去。

我完全明白了。”

伽利略说：可是我还是不明白。

“这很简单。”阿尔图里说，“例如，从复合体（也就是他所说的宫殿）的角度看，一些状态与‘某个房间有一张椅子’这个概念是一致的，这些状态被选中的概率就很高；而与这个概念不一致的状态被选中的概率就是零。因此，‘有一张椅子’这个概念是对应于概率分布、处于感受质空间某个位置的亮光。”

“就是这样。”高处的声音说，“现在我问你：复合体知道什么？它知道自己是怎样形成的，将会变成什么吗？”

阿尔图里想了一会儿，说：“复合体就是复合体，你已经说了。它是一套基础的机制（由节点和绳子组成），处在某一种状态。它知道什么？它知道自己目前的状态是过去几种可能状态中的一种。它将会变成什么？这就要看它的机制允许它变成什么了。复合体根据自身的建构过程知道自己排除了哪些状态：它知道自己的概念——在目前状态什么是真的，什么是假的，如同亮光的位置规定的那样。但是它对其他的事情不确定，或者说完全不知道。”

伽利略在思索。一个机制不仅能决定将来会发生什么，还规定过去可能发生了什么。没有这些机制的话，复合体数以亿万计的状态被选中的概率都差不多，都是亿万分之一。这就是最大限度的无知。但是有了机制，不能导致目前状态的某些过去的状态就会被排除，另外一些状态被选中的可能性就会增大。未来状态也是如此。因此，每个机制规定了自身不可简化的概念，这个概念是关于系统过去和未来状态的概率的。这样的话，机制减少了不确定性，产生了信息，如同S说的那样。伽利略信心倍增，继续沿着绳子往上爬，经过每一个节点他都想：他能够看

到远处的亮光。接着他问道：这些在运转的是什么机制？

高处的声音以责备的语气说道：“伽利略，你怎么会问这么一个傻问题呢？什么样的机制会把四散的暗淡的光线聚集到一个点上？你是靠透镜起家的，现在怎么连一个正在运转的透镜都认不出来了？”

伽利略呆住了，哪里有透镜？

“你脚下踩的就是透镜。”高处的声音说道，“透镜是最基本的机制，被安装在绳子的节点上，就像嵌在凹槽中的宝石。联结透镜上的各个方向的绳子将透镜固定在一个位置上。当透镜钝的一面朝向宫殿时，聚集的亮光不强烈，透镜的开关就会关闭。但是，如果很多绳子忽然朝一个方向拉扯透镜，就会将它锋利的一面朝向宫殿，它的开关就会开启。这时透镜聚集的亮光很强烈，同时会拉动连接它与其他透镜的绳子。”

阿尔图里说：“宫殿外面的脚手架上连着绳子和透镜，拉动绳子，转动透镜，就会改变脚手架的状态；同时，透镜将光线聚集到宫殿内的某个地方，通过这种方式，机制规定概念，产生信息。到底有多少透镜？”

高处的声音说：“伽利略很清楚透镜有多珍贵。人们可以制造许多不同类型的透镜。也许我制造了所有类型的透镜，我这辈子都在磨制透镜，一直默默无闻地工作。”



“是不是有些透镜特别锋利？”阿尔图里问，“到目前为止，我们看到的光线好像都挺暗的。”

“你这个访客怎么这样？还只看到宫殿门口，就开始抱怨我的宫殿了。”高处的声音反驳道，“你只看到少数几样简单机制的运作，难不成你以为自己看到全部了吗？再往上爬，站在两个节点中间，仔细瞧瞧。”

伽利略小心翼翼地往上爬，然后停在两个节点中间。开始的时候，他什么也没看到。接着，他歪着头，看到远处有什么东西在闪烁，一会看得到，一会看不到。绳子不再摇晃，这时他又发现另一点亮光，比之前看到的亮光还要明亮。

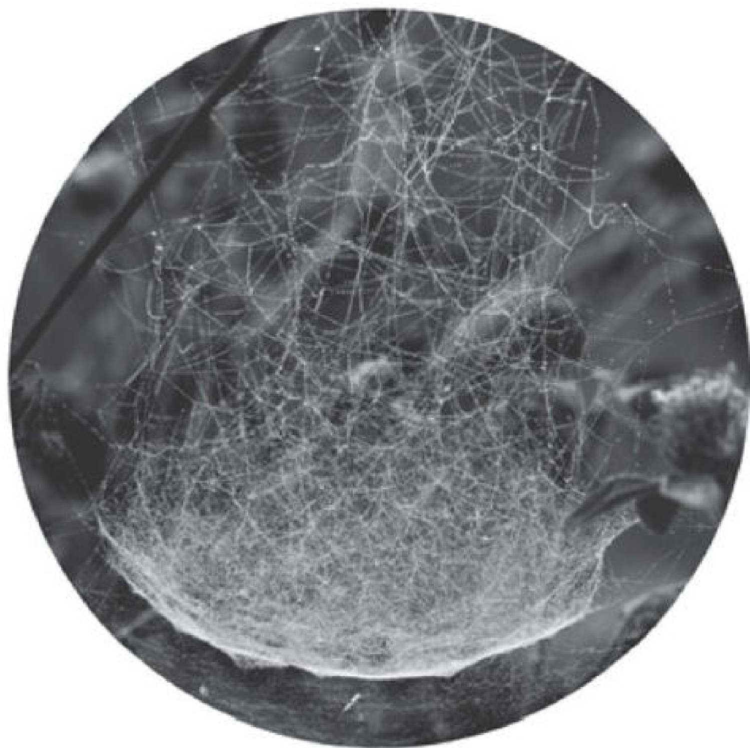
“我知道这是什么了，伽利略可能对干扰所知甚少。”阿尔图里的声音从更遥远的地方传来，“我们在每一个节点上都能看到透镜聚集的光。然而，在两个节点中间，我们看到的东西有些不同：两个透镜聚集的光线互相干扰，如果是积极的干扰，那么形成的光线会更明亮。我们只有从一个适当的角度才能看到干扰后形成的光线，这个角度是在绳子两个节点中间连接两个基本机制的地方。是不是这样？”

“确实如此。”高处的声音说。

“如果两束光线互不干扰会怎么样？”阿尔图里坚持问道。

高处的声音说：“你真让我失望。没有积极的干扰，自然不会产生亮光了。不然还能怎样？只有当一个概念不能被简化为更简单的成分，这个概念才得以形成，否则与别的概念有什么不同？其他事物也是一样：一个事物不能被简化为其他事物。现在继续往上爬，只有通过努力才能展示你的能力。”

伽利略沿着另一条绳子攀爬，接着又换了一条绳子。每次到达一个节点，他都能看到亮光，有些很明亮，有些暗淡得几乎难以察觉。当他站在两个节点中间时，就会看到不一样的亮光。伽利略继续沿着一根根绳子攀爬，绳子联结成蜘蛛网的形状，就像在一个巨大球体的表面攀爬。在无数细丝的中间，他看到无数亮光，他感到头昏目眩，喘不过气来。这时从很近的地方传来阿尔图里的声音。



“这个宫殿太昂贵了。”阿尔图里笑着说，“需要经过所有这些工作——研磨透镜，攀爬绳子，脚手架上互相缠绕的绳子拉扯节点上的透镜，所有的透镜在黑暗中发光，而最后我们站在一个节点上看到的只是一点亮光。也许宫殿的比喻不是很糟，不比德国人磨坊的比喻差。但是像诗人那样只是用词汇作比喻不是更方便吗？”

伽利略低声嘟哝着，像是自言自语：两个以上透镜的光束互相干扰，能产生亮光吗？

“当然可以。”高处的声音说，“两个透镜的光束互相干扰只能产生少数亮光，而三束光互相干扰的方式就会有很多，四束光、五束光、六束光干扰的方式就更多了。这些光束互相干扰产生的亮光不计其数。”

“我们为什么看不到这些亮光呢？”阿尔图里问。

“你又让我失望了。”高处的声音说，“要看到这些亮光，你需要拥有很多透镜组合在一起的视角，而这是很难的。”

“就算是这样吧。”阿尔图里回答，“说了这么多，做了这么多，我还是不明白你的目的是什么。我不明白这些亮光、视角如何解释需要解释的内容——经验的特性。是的，每一个透镜都能产生信息，将四散的光线汇聚到某一点，光线越是明亮，产生的不可简化的信息越多。两个以上透镜互相干扰可能会产生另外的亮点和概念，这些概念不可以被简化为单个透镜产生的概念。但是，结果如何呢？结果你看到的是一个个亮点，而这些亮点又没有特征。就像N说的：不能从物质中产生意识。同样也不能从亮光中产生意识。”

阿尔图里说话的时候，伽利略在四处张望。他发现一个像望远镜似的东西挂在摇晃的绳子上。他问：这是什么仪器？

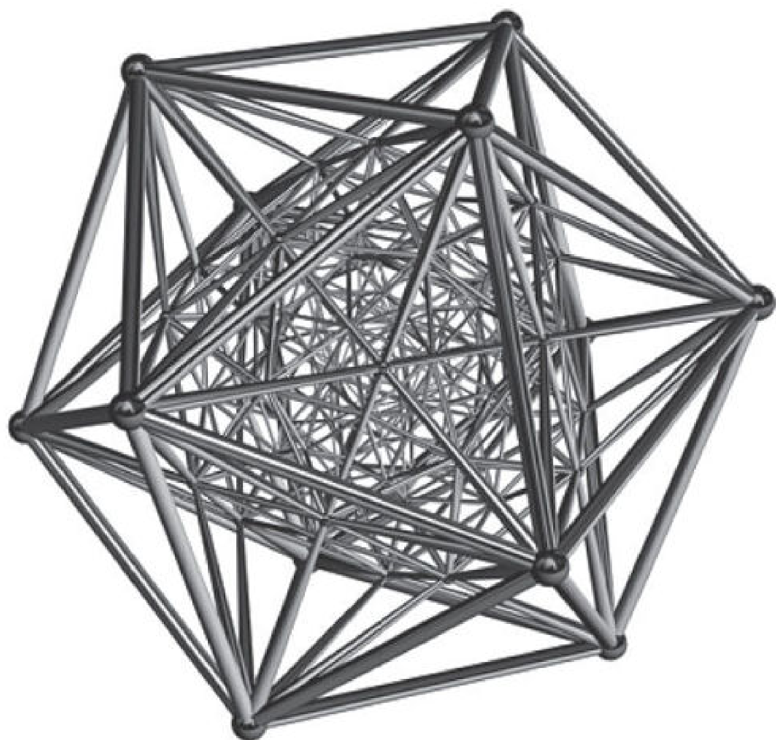
“啊。”高处的声音说，“你终于发现这个感受质透镜（qualiascope）了。通过这个特质透镜，你可以同时看到所有的角度。不要害怕，通过这个透镜，冲向感受质空间，向亮光飞去。”

伽利略通过感受质透镜观看。在宫殿中间有无数亮光在闪耀，亮光散布在巨大的感受质空间，有些亮光更明亮一些。每点亮光都是一个概念，由机制产生的不可被简化的概念。这些机制可以是汇聚光线的一个透镜；也可以是不止一个透镜的组合，这些透镜的光束通过相互干扰产生亮光。他没看到蜘蛛网状的绳子，也没看到透镜，而是看到经过透镜汇聚产生的一点点亮光。因此，伽利略想：将机制固定的绳子并不重要，重要的是感受质空间中的那些细丝，每根细丝对应系统的一种可能状态。最后他终于明白，这不是绳子、透镜、细丝，甚至不是一点点亮光；这颗有着数以万亿计切割面的钻石是天上的星座，是看不见的形

状。



“现在你看到我的宫殿了，看到它广阔壮丽的轮廓。”镜片研磨师说，“你来看这些不计其数的亮光。宫殿看起来像笼罩在一片迷雾中，其实它就像一盏神奇的灯，展现了亮光的世界，告诉我们经验是什么。从纯粹的无知中产生了一个壮丽的形状；在一片雾蒙蒙中，由于衍射现象，形成了一幅幻影般的图画。但是，美不是存在于这些衍射现象中，也不是存在于我的工作中。宫殿本身才是最重要的，是唯一具有真实意义的东西。每一组透镜发放光线，决定光线的方向和强度，衍射的光线交织着，互相干扰，产生更多亮光。重要的是形状——由机制变幻出水晶般透明的万花筒，光线透过数万亿个透镜形成异常美丽的晶体。这就是感受质——这个形状就是经验的特性。”



“别人怎么能理解你的长篇大论呢？”阿尔图里大声说。

伽利略说：我想我明白了。每一种经验都是一种形状，或者说像一种形状：金字塔形与立方形不同，球体与四面体不同。形状由概念构成，或明或暗地闪烁着的亮点就是概念。只要形状是独立的、不会被分解的，就是单一的、特别的形状。形状规定了经验的特性，这点很难看出来，因为我们知道的是诸如身体、石头、事物之类的形状，这些可以看得见摸得着。我们从没有想过黑暗也是一种形状，不是扁平的、简单的形状，而是比有着无数切割面的钻石的形状还要丰富的形状；思想和希望也是一种奇妙的形状；我的意识、我现在的感觉也是一种形状，我自己也是一种特殊的形状，是唯一重要的形状，却不是由物质构成的形状。

伽利略喘不过气来了。他想了一会，问：镜片研磨者，能否告诉我，你的宫殿有多大？

“我的宫殿就像一座被施了魔法的城堡，它没有重量，飘浮在空中。真正重要的是它的形状以及下面这一点：要有多大空间才能装下所有的亮光。”

伽利略想：像一座被施了魔法的城堡？接着他说：从感受质透镜中看，宫殿的形状似乎由更小的形状——在空间中聚集起来的亮光——依次组成，虽然这些亮光聚集在一个更大的范围内，但是每一点亮光都是不同的。

镜片研磨师回答：“是的。每一座宫殿都有翅膀，我的宫殿具有视觉、听觉、嗅觉、触觉、味觉以及其他感觉，视觉能够分辨颜色、质地、动作，颜色里有红色。宫殿的碎片不能再被分裂成更小的部分。一些形状，如红色与蓝色的形状很类似，虽然不完全相同。相比之下，红色或蓝色与鲁特琴第三根琴弦产生的形状之间的差异更大。城堡永远只有一个，但有许多角落，许多秘密。”

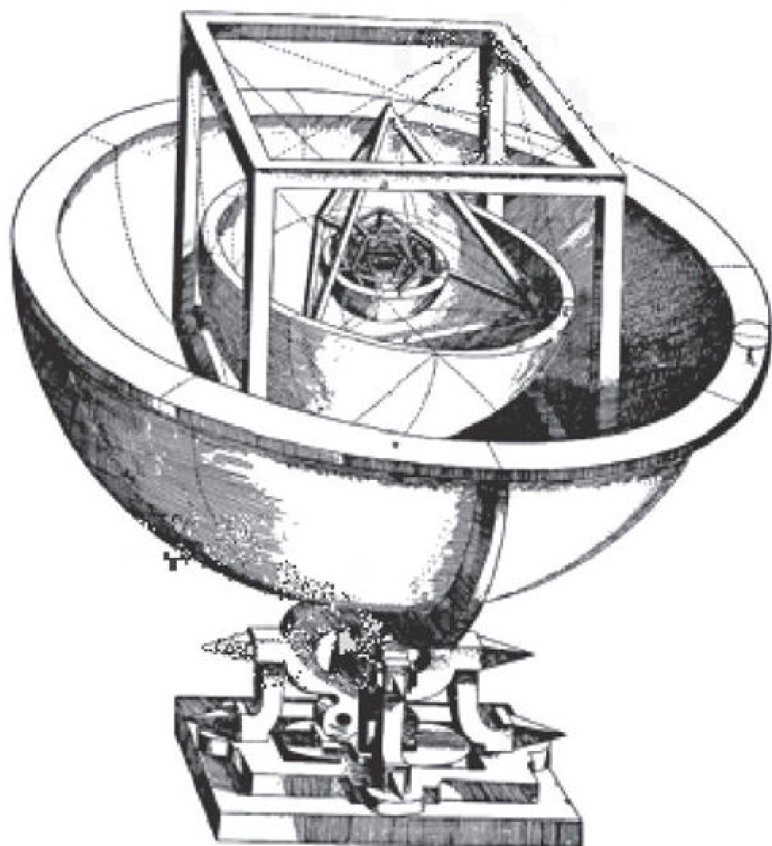
这时阿尔图里又一次大声叫喊起来，声音很刺耳：“哪一个是红色的碎片？我想看看红色的形状。”

“先有宫殿才能形成红色，就如同先有地面才能形成洞。”镜片研磨师说，“现在看看这个。”

他们看到100万个透镜在旋转，形成新的亮光和衍射光线。不久新的形状形成了，这是一种新的经验、新的感受质。

“我让城堡静止不动，这样你才能爬上去。城堡很安静，透镜的开关关着，不能证实任何概念。在这种持续的状态中，意识很丰富，却没有

内容，城堡在沉思。现在你看：机制在拉扯，透镜的开关打开又关闭，状态随之改变。光线也随之改变，产生无数亮光，即无数的概念：一个概念形成，信仰发生了变化；另一个概念形成，形状发生了改变。城堡能够重新安装它的机制，调整透镜，从废墟上建造另一个城堡。我看着自己的宫殿在变化：星座、神奇的灯、施了魔法的织布机都在变化。只要我活着，我就要我的宫殿高高耸立，这样我的思想就可以在里面自由地呼吸。当城堡倒塌时，我将与它一起陷入虚空。”



镜片研磨师消失了，留下伽利略一个人在黑夜中。如同刚从睡梦中醒来，想要抓住飞逝的想法。此时伽利略思绪飞扬，努力回想刚才的情景。为了记住刚才的情景，他写了下来，内容如下：

复合体的机制有很多不同的组合，规定了复合体的状态，这些机制能够区分的状态超过各部分所能区分的状态的总和。每一种状态都由整合信息形成，都是不可简化的概念。这些概念合在一起，形成感受质空间的一种形状。这就是经验的特征，它的符号是Q。

注解

莱布尼茨之后就是斯宾诺莎（Spinoza）[1]，似乎这才是正确的次序！从高处传来的无疑是斯宾诺莎的声音，他有很长一段时间以磨镜片为生。斯宾诺莎在这一章中备受尊敬，或许是因为他和伽利略都与透镜有密切关联，或许是因为他在《伦理学》一书中写道："人身体的比例使其与其他物种相比，更擅长同时做很多事情，或同时以多种方式做一件事情。因此，与其他物种相比，人的心智也更擅长同时感知很多事情"（第二部分批注）。按照通常的理解，这个命题可以理解为区分很多可能状态的能力与意识相关，而这正是作者赞同的观点。斯宾诺莎受尊敬的另一个原因或许是他坚持认为，所有东西都可以用几何学的方法得以说明（好像他是伦理学界的欧几里得似的）！不管是什么原因，斯宾诺莎的某些观念让人难以接受。例如，他认为现象的显现或经验的启示是一种由整合信息组成的感受质的形状。斯宾诺莎是一个优秀的人才，是宿命论者、自由意志的否定者！为什么不选择莱布尼茨呢？莱布尼茨在前一章中的观点与斯宾诺莎类似，而且他是一个乐观主义者、自由的信仰者，在很多领域都很优秀。更糟的是，斯宾诺莎是一个极端的禁欲主义者，他认为只有一种实体，自然就是上帝。而莱布尼茨是一个真正的民主主义者与多元论者，对各个领域（几乎是所有领域）都有兴趣，还证明了实体是多元的、无限的，世界由单子构成——人类、动物、植物，甚至是石头都是单子，尽管某些单子比其他单子更具优势。斯宾诺莎的结语夸张、空洞、以自我为中心："我将与它一起陷入虚空。"而莱布尼茨的话语则很谦虚、温暖、积极："在这个空间里，感觉由机制决

定。”在这里，莱布尼茨再一次受到不公平对待，如同人们曾谴责他从斯宾诺莎那儿获取灵感一样，其实他是受布鲁诺的启发。还有更糟糕的是，斯宾诺莎没有说明什么决定经验的内在结构。相反，莱布尼茨支持一种扩展到空间的“关系”理论，认为关系属性要建立在单子内在属性的基础上。确实，莱布尼茨没有解释内在的关系属性，但是又有谁能解释清楚呢？这一章的风格既沉闷又傲慢，无论如何，选择斯宾诺莎是这一章不能传达易于理解的直接信息的原因。这一信息的内容是：每一种经验都是由不可简化的概念组成的形状，概念指的是复合体过去和未来状态的概率分布，由感受质空间的机制规定，这些概念形成了复合体目前的状态。当然，脚手架或者说由连接透镜的节点和绳子形成的蜘蛛网，代表一套机制，如同脑内的神经元及其联结。由亮光组成的星座——亮光的宫殿——代表感受质空间中经验的形状。每个亮点都是由整合信息形成的一个不可简化的概念，这些概念决定过去或未来的哪些状态与机制目前的状态一致，哪些状态与目前状态不一致。但是，为什么要用这么复杂、让人费解的比喻来说明如此简单的想法呢？

正二十面体的模拟图是运用罗伯特·韦布（Robert Webb）的软件做成的，网址是www.software3d.com/Stella.php。正二十面体的棱角代表感受质空间可能的亮点，每个棱角代表机制或透镜不可简化的组合，感受质空间里的每个点代表不同的概率分布。这个图是为了说明非常简单的感受质的形状，而有趣的感受质的几何图形要复杂很多。《天国玫瑰》是古斯塔夫·多雷为但丁《神曲·天堂篇》所做的插画。图片《雾霭》（Haze）由南希·洛博（Nancy Lobaugh）提供。开普勒的太阳系正多面体模型来自他的著作《宇宙的奥秘》（1596）。图片中的蜘蛛网是意大利维罗纳附近一种蜘蛛所结的网，这种蜘蛛属于稀有物种。

[1] 斯宾诺莎（1632—1677），荷兰哲学家，17世纪最重要的理性主义

思想家之一。——译者注

第21章　感受质花园

宇宙大部分是黑暗的，但运用适当的仪器会发现，最大的恒星离我们的距离比我们认为的要近

外面还是一片漆黑。这时，伽利略恢复了意识，感觉自己在地球上。他睁开眼睛，看到恒星在闪烁。他马上意识到自己不是一个人：旁边站着一个女人，她的脸像月球。

伽利略想：在摇曳的灯光下，她的脸像布满环形山的月球，如同很久之前火山喷发所形成的残余。这个满脸皱纹、老得像颗胡桃树、高度还不及扫帚的女人是谁？她为什么在挥舞着一面镜子？



“伽利略，看。”她说，“这团星云很漂亮，我却从来没有过漂亮的时候。我见过很多星云，但这个特别美。”

伽利略想，星云确实很漂亮。很难想象这个老妇人会知道有关星空的知识，她肯定一辈子都跪在地上洗洗刷刷。

“星空中有很多星云，每一团星云都由上百万颗恒星组成，很多恒星比太阳还大。”

伽利略问：你怎么知道这些的？

“我年轻的时候要打磨很多透镜。”她低垂着眼睛说，“有时候我会透过透镜看星空，然后记下看到的景象。”

伽利略坚持问道：谁教你观察星空的？



“我母亲不希望我观察星空。”这个女人说，“我就像灰姑娘，一辈子都要待在屋子里。我父亲拯救了我，当我母亲睡着后，父亲教我坚持不

懈，不断提升自己。我在成长的过程中，得了一种病。疾病夺去了我的容貌，使我不再长高。没有人会要我，除了我哥哥，他庇护着我。开始我做他的女仆，后来他发现我对知识的渴求，就激励、培养我。因此，我决定通过学习不断成长，学习词汇和算术。他还教我唱歌，我后来学会了唱歌。一天，他带我出去唱给别人听，那些人并不讨厌我的歌声。”

伽利略说：你的故事很特别，也让人同情。告诉我，谁教你观察星空的？

“是我哥哥。他希望能观察到无比遥远的天空，于是他开始制造透镜，这方面他很内行，我也跟着学会了制造透镜。他很快将音乐抛诸脑后，甚至忘了吃饭。我给他做饭，制造透镜，阅读研究文章，日夜照顾他。后来他发现遥远的星空中有很多恒星，数之不尽。他对我说，人活着就应该去寻找更多星星，不然活着还有什么意义？因此，他睡觉的时候，我接着观察。”

伽利略说，我也打磨了很多透镜，透过那些透镜观看天空，并记下很多东西。现在我才知道，我从透镜中看到的只是离我们最近的那些恒星。我到这个花园中来是为了透过不同的透镜观察天空。一个镜片研磨师给了我一个感受质透镜。

老妇人说：“你希望看到一切有生命的东西，知道它们的形状。跟着我走进这座原始的花园，但你要走得慢一些，因为我很虚弱，而且花园里有很多东西可以看。”

伽利略说，我会慢慢走的。但是我先要透过这个透镜看看恒星与星云是什么形状。于是他看了，但是看到的恒星、甚至是银河系，都让他感到失望。他想：靠近看，每颗恒星都无比巨大，但是从感受质透镜中观看，每颗恒星都很轻薄，像一小点模糊的灰尘。他调转透镜的方向，

四处观看广袤的宇宙，发现大部分宇宙空荡荡的，即使是宇宙中最大的天体，如令人敬畏的星座、银河系、花园篱笆上空无限的空间，都失去了庄严性，像灰色的粉末，不再闪闪发亮。



这个女人抬高灯，伽利略看到一只透明的小飞蛾，傻傻地飞向火光。伽利略举起感受质透镜，朝飞蛾的方向看。一只飞蛾竟然比一颗恒星大！一只萤火虫能背负起一个太阳！飞蛾内在的感受质，像有数万亿个切割面的钻石，或像由光线交织而成的蜘蛛网，又像是包裹着一座庙宇的火光，闪闪发亮，比天空更明亮。他看到的不是灰尘。

这个女人说："你观看石、河流、云朵、高山，都是徒劳的。最高的山峰跟这个小飞蛾比起来显得很小。"

于是，伽利略转动透镜观看感受质花园。从透镜中看到的花园只是一滴灰色的水蒸气，不会飘移，也没有生命气息。太阳升起来了，但天空还是空荡荡的。伽利略用左眼看一棵大树，然后靠近树，用右眼透过透镜看这棵树：树变成一个小点。

伽利略四处看看，然后转动调焦旋钮，增大透镜的倍数。在黑色水蒸气中出现另外一些明亮的钻石，比飞蛾更明亮。但是更明亮、更壮观的是一只猫头鹰。



“可怜的猫头鹰的头上背负着一颗我从没见过的彗星，彗星在清晨的天空燃烧，内部十分复杂。”这个女人大声叫道，“这颗我发现的彗星与猫头鹰比起来微不足道，从你的透镜中看出去这颗彗星什么都不是。”这个女人关了灯，指了指树林的方向。在一片迷雾中，出现其他彗星及星座，仔细看是一个星系。这些星球像刚从睡梦中醒来，闪闪发亮。

伽利略记得在火焰里的灵魂，每个灵魂都包裹在燃烧的火焰里。跳动的火焰不断变换形状，每个灵魂都在火焰里面闪耀。



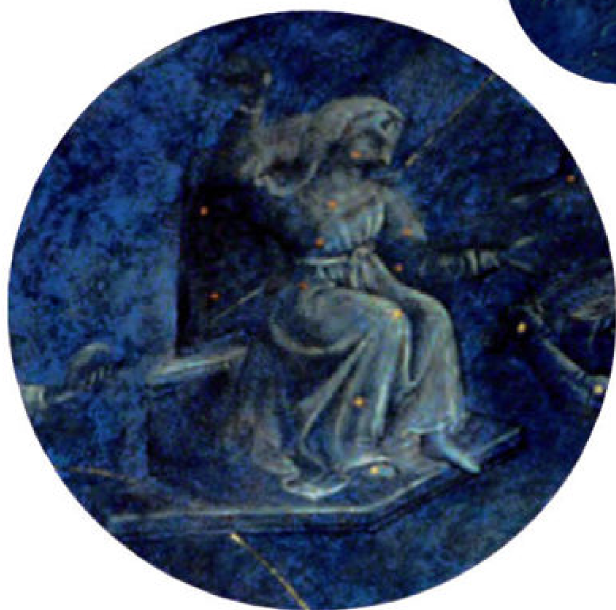
女人拉着伽利略的手，此刻他们站在花园外面。这是哪儿？修道院，救济院，还是墓地？地上躺着哥白尼，他的头上闪烁着微弱的烛光。哥白尼旁边站着普桑，他的感受质在燃烧。普桑旁边是盲人画家，他发出的亮光比他的作品更明亮。接着是伽利略的老朋友M，他的感受质使所有素数黯然失色。接着伽利略看到伊什梅和埃尔，他们的火焰被分成两半在跳跃着，像尤利西斯与狄俄墨得斯[1]。他还看到特蕾莎，她的火焰一会儿被冷风吹得分裂开来，一会儿又合拢。还有被认为是女巫

的女孩，她的火焰过于炽热，以至于不成形了。最后伽利略看到一个沉睡的哲学家（自己），他重新被点燃，火焰冲向高处，像燃烧的教堂。他知道他的梦很沉重，比沙特尔大教堂所有石头和玻璃加起来还要重。



伽利略明白了，他将透镜转向身边这个干瘦的女人。一缕灰尘从黑暗的地面升起，在灰尘之上，卡罗琳的星座在闪耀。星座由100万个对称结构组成，赤裸裸的灵魂的美远胜过穿着外衣的肉体。





注解

这个老妇人是卡罗琳·赫歇尔（Caroline Herschel，1750——1848），天文学家威廉的妹妹。卡罗琳的画像是马丁·弗朗索瓦·蒂尔蒙斯（Martin Francois Tielemans）的作品。卡罗琳述说的故事是真实的。她在10岁时得了伤寒，使她变得丑陋，身材矮小。父亲去世后，她的母亲一直让她待在厨房干活，直到她移居英国。她哥哥威廉在英国担任唱诗班指挥。威廉对天文学感兴趣，晚上以观察星象打发时间，卡罗琳跟着她哥哥一起观察星象。她与哥哥一起使用一架新的大望远镜，一次她被望远镜钩子钩住了，最后她从钩子上被解救下来时，“差不多有两盎司的肉被扯下”。卡罗琳发现了好几个彗星，包括周期性彗星35P/赫歇尔–里格莱特。图中的彗星是海尔–波普彗星，由菲利普·萨尔兹格伯

（Philipp Salzgeber）拍摄。卡罗琳还发现了星系，如玉夫座星系。玉夫座星系的照片来自美国航空航天局发布的2009年11月21日“每日一天文图”。卡罗琳还汇编了一份恒星列表，尽管她连乘法表都没学过。萤火虫的图片由克里斯蒂安·瓦萨克（Kristian Cvecek）提供。映着满月的猫头鹰图片由柯克·沃勒特（Kirk Woellert）提供。卡罗琳是英国皇家天文学会第一位女会员，国王乔治三世还给她发津贴，这是女子在科学史上的地位首次获得认可。伽利略与往常一样，对但丁念念不忘，“火焰里的灵魂，每个灵魂都包裹在燃烧的火焰里”，这句话源自《神曲·地狱篇》第26节。在但丁的诗篇中，尤利西斯与狄俄墨得斯确实在一起燃烧，二人在火中燃烧的插图由威廉·布莱克所画，现藏于墨尔本的维多利亚国家美术馆。最后一张星座图片截取自佩塞罗所画的佛罗伦萨旧圣器室圆屋顶的画像。

[1]　　尤利西斯与狄俄墨得斯是希腊神话中的英雄，都参与了特洛伊战争，属于希腊阵营。——译者注

第三部分　意蕴：意识的宇宙

第22章　导语

火花与火焰

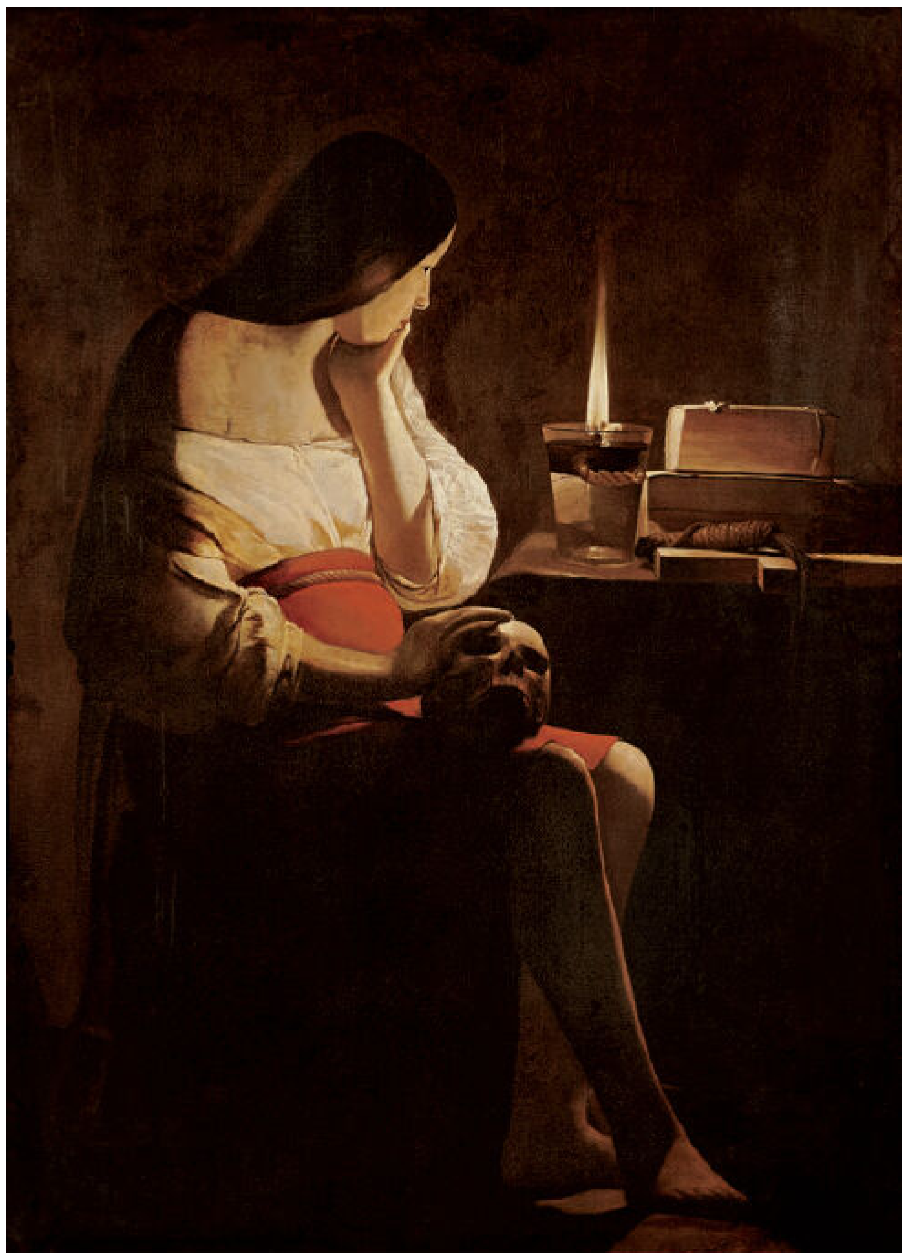


大教堂的塔尖高高耸立，像一颗有无数分支的树。教堂在很多世纪之前就已经建立，有些部分已坍塌，有些部分濒于倒塌，还有些部分狭窄弯曲，向高处盘旋。没有人像这个教堂的设计者那样大胆、不计后果，也没有人像这个教堂的建造者那样浪费金钱和时间。然而，这个教堂依然矗立，经受住了风雨与地震的侵袭，虽然不断有石头从教堂顶部滚落。

一切都沉浸在黑暗与空无中。这时出现了一点亮光，伽利略像一只无助的飞蛾，朝亮光的方向前行。

亮光的形状像有着亿万个切割面的钻石，明亮得如熊熊大火。亮光中蕴含着所有的颜色、形状，所有的词汇与声音在伽利略面前闪耀。

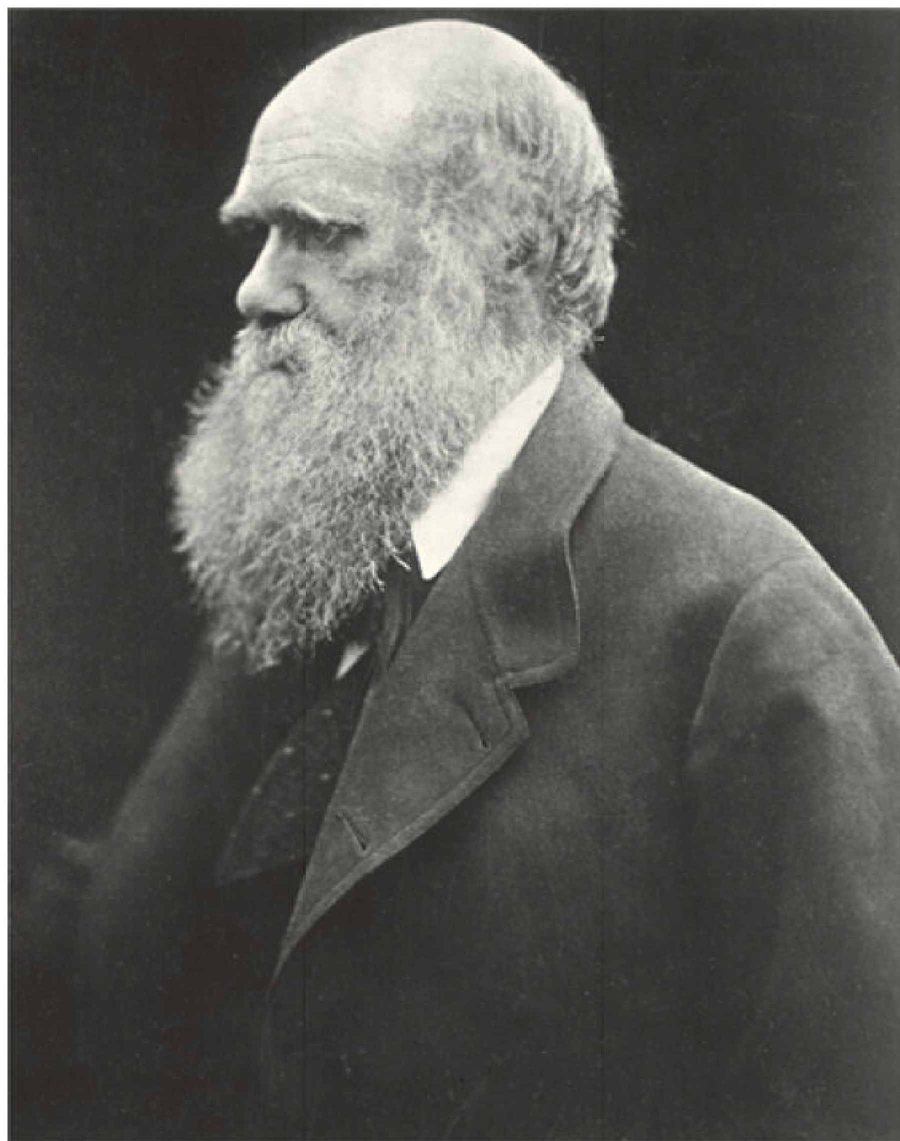
一个女人蒙着面纱，只露出半边脸，朝火焰走去。“在永恒的黑暗中，我们拥有的只有火焰，我们自己就是火焰。火焰是唯一珍贵的东西。无数火焰散落在这个破败的大宫殿内，我只是其中之一。如果火焰灭了，我的末日也到了。雄伟的教堂倒塌了，成为一片废墟；暴风雨毁坏了建筑物；亮光之城被狂风吹走了。但是孩子们带着火焰蜂拥而入，在一片虚空中点起了火。”



伽利略看到了他们，在黑魆魆的远处，影影绰绰的，像一串发光的念珠，又像高空中的星座。圣器室之间通过走廊和房间相连，每一堆火旁边都跪着一个修女。

“每一片火花，每一片火焰都是神圣的。”一个年老的男人说。他留

着浓密的胡须，像是智者和预言家。他在烛光下写关于火的故事：闪电点燃了火，但火没有发出亮光，在将近100万年的时间里，几乎没有任何亮光；后来亮光产生了，越来越明亮。他说，人类发出的亮光是最明亮的，但不会因明亮而更安全，因为它会将自己燃烧殆尽。



注解

出于某种原因，这一章没有提第三个向导的名字——查尔斯·达尔文

（Charles Darwin），只是称其为长着胡须的老人。达尔文的照片由茱莉亚·玛格丽特·卡梅伦（Julia Margaret Cameron）拍摄。选择达尔文作为第三位向导确实很奇怪，而且作者让他畅所欲言，讨论何谓神圣的话题。众所周知，达尔文的理论破坏了任何一种神圣的感觉，实际上他的理论使生活失去了真正的道德意义。诚然，丹·丹尼特（Dan Dennett）与其他一些哲学家运用逻辑以及证据，证明达尔文没有摧毁意义，而是将意义建立在一个更理想的新基础上。杰拉尔德·埃德尔曼（Gerald Edelman）与其他一些科学家认为，根据达尔文的理论，脑部在变化、成长，因此我们要珍惜自然的多样性与个体的独特性。但是，显然这部分内容探讨的是将意识看作整合信息所具有的意义，那么选择一个更注重精神气质的向导不是更好吗？克里克、图灵、达尔文的三人组合会不会有点一边倒的倾向？而且，对多样性而言，这个组合会不会过于英国化了？《烛光下的抹大拉》（Magdalene with a Night Light）是乔治·德·拉·图尔（Georges de La Tour）[1]的画作，现藏于巴黎卢浮宫。

[1]　乔治·德·拉·图尔（1593—1652），法国巴洛克风格画家，绘画题材多与宗教有关。——译者注

第23章　夜幕降临之一：死亡

如果意识是整合信息，它会随着人的死亡而消失

火熄灭了。炽热的脑中的火焰熄灭了，不再闪亮，只留下灰烬，证明灵魂曾经存在过。灰被风吹上天，我们可以触摸到灰，不像灵魂那样不可触及。我们还可以将灰握在掌心，而意志是不能被握住的。灰很轻，没有呼吸。它越飘越高，飘过屋顶，飘过树林，吞没了冷漠的城市，使太阳变得暗沉。

布鲁诺被烧死了，但是伽利略还在。他的眼睛能看见，他的心能感受，他的心智产生关于死亡的阴郁的想法。布鲁诺是个傻子。如果死亡没有意义，为什么要结束生命？如果他是对的，为什么要做殉道者？如果他渴望的是永恒，那么他应该知道，哲学家追求永恒是不可靠的言语的永恒。对科学家而言，真理是永恒的，而真理需要他用一辈子时间去发现。因此，布鲁诺错了，伽利略没错。布鲁诺以死为傲，而伽利略是明智的。伽利略这样心不在焉地想着。

布鲁诺在一个清晨被带走，他的灵魂在脆弱的身体内沸腾，脑中冒出各种景象，他滔滔不绝地描述这些景象。因此，他们将他的舌头用钳子夹住，但是他脑中的思想还在翻腾。在持续的压力下，他的意识要爆破了，他感到自己将要冲破束缚，在宇宙中散落。但是，当他们开始放火烧他的时候，很奇怪，他什么也感觉不到。

他们说，没什么好怕的，因为一个理性的人是不会对感觉不到的东西感到害怕的。

看不到他害怕的事情——看不到、听不到，

触摸不到、尝不到、闻不到，没有什么可以想的，

没有什么可以爱的，没有什么可与之相连的。

死亡是不可逆的，也许不可逆性是宇宙的法则；也许不是一项法则，而是一项判决，一项惩罚所有人的有罪判决。像布鲁诺那样按照自己的意志行事，会不会更好呢？布鲁诺将死亡的时间推迟了一点点，使某些东西的生命延长了一点点，使亮光在黑暗的永恒中闪烁了一下。没有骄傲，没有法则，死亡是最大的损失。



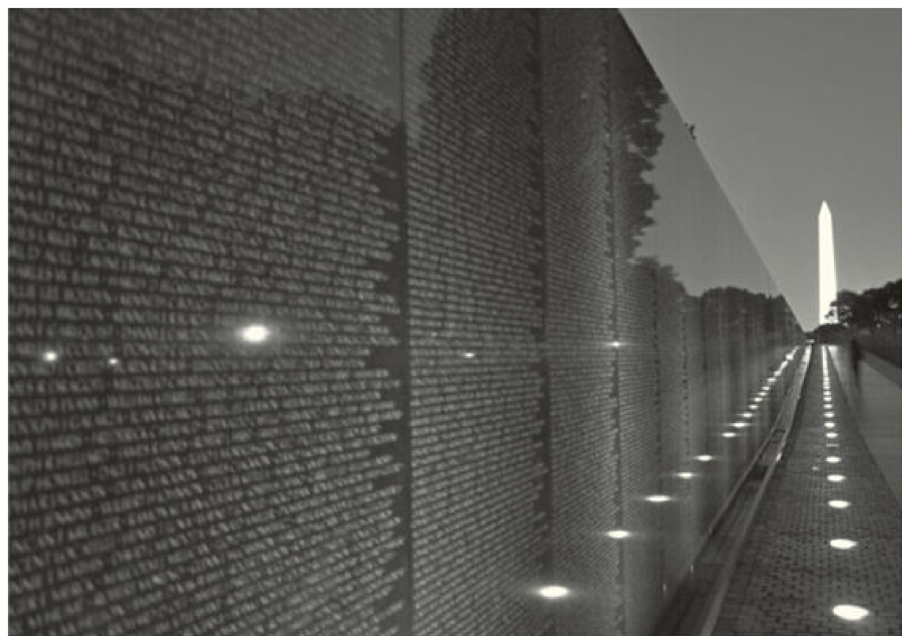
是谁的损失呢？是死去的她的损失，还是为她的死亡而哀悼的他的损失？伽利略的女儿在她临死前这样安慰伽利略：他死的时候将带着痛苦和记忆去拥抱一个影子，好像影子是有血有肉的。而且他的亮光会持续，但是她的呢？她将看不到第二天的日出，等待她的是没有黎明的夜晚。她不会再被闹钟吵醒，修道院花园中的苹果熟透了也不再会有人去采摘。那个早晨她迅速地拉开窗帘，最后一次让阳光照进房间。那根蜡烛不会再燃烧了。她出生在布鲁诺死亡的那一年。

当他自己的死亡降临的时候，一切都将终结。如果他的死亡是带着报复而来，情况就更糟了，他将会很悲惨，对将要发生的事情无能为力。他看到他们将她带走，伤害她，使她透不过气，将她从他的记忆中抹去。一切都结束了。



布鲁诺将他引入迷途，经过一扇铜质的大门，到了一个黑乎乎的大厅。地面微微倾斜，往下走得很轻松。他非常仔细地看，辨认出墓碑上发出的微弱的光。无数墓碑延伸着，消失在远处。他触摸平滑而冰冷的

大理石，他的手在颤抖。她安静地躺在那儿，闭着眼睛，身体冰冷。这么善良的人也会死亡，任何事物都会消亡，这就是规律，永恒不变的规律。



布鲁诺带着伽利略继续前行，一排排的墓碑消失了，每个墓碑上都刻着一个名字。此时出现一面黑色的墙，这面墙永久地陷进地面。他摸着墙上的名字，一个接一个，没有穷尽。在远处，墙消失在夜晚的雾气中。雾气中没有名字，这个充满雾气的夜晚属于那些无名的逝者。



他与数字打了一辈子交道，一些数字很大，有些是天文数字。但是死亡人数的数字太大了，他似乎无法接受，只能尽力忍受。这不是一个单独的数字，而是由无数个数字组成，每个数字都代表一个意识世界。他有限的情感怎么能接纳所有的数字？在他的情感世界里，他独自站立着，亮光照耀着他，他看到最爱的那个人发出的亮光，而其他人的脸孔隐藏在黑暗中。



每个人都曾经充满了生命的气息，发出明亮的亮光，生气勃勃，和他一样有生命力和意识。100万个人同时向他表达悲痛的情感，他怎么能够一下子理解这么多呢？他没有想到死亡毁灭了这么多人。他的同情心剧增，为这么多生命的消逝感伤。如何计算这一损失？将每个人的损失叠加起来，将会是多少？

这就是死亡。死亡不是生命的消逝，不是不会动了，而是内心的亮光消逝了，而外在的火焰无法将亮光重新点燃。死亡就是永远地失去意识，死亡就是脑内的信息被撕成碎片。身体消逝了，灵魂也随之消逝。

死亡不是我们曾经认为的那样：心跳和呼吸停止，身体的主要系统全部失灵。伽利略出生的那一年，米开朗基罗死了，而那一年安德雷亚斯·维萨里（Andreas Vesalius）[1]在众人面前解剖一个贵族。这个贵族已经死了，但是剖开他的胸膛，发现他的心脏还在跳动。这说明脑已经死亡，但心还没有死，维萨里也因此不得不开始逃亡生活。脑死亡了很

久后身体还活着，既然如此，到底何谓死亡？一个女人的脑死了两个月后，心脏还在跳动，她还在此期间生了一个孩子。此后，医生开始慎重对待脑死亡。死人必定是停止呼吸，四肢、脸部、舌头感觉不到疼痛，眼睛不会动，瞳孔对光没有反应。然而脊椎可能会抽搐几个小时：像拉扎勒斯[2]那样，死人会坐起来，伸出双臂，愚弄别人，使人以为他还活着。



然而要相信死亡并不容易。人们普遍认为有了身体才有灵魂，而意识和灵魂连在一起。一个人的身体可能会永远消亡：随着年龄增长，身

体最终会垮掉，像被损坏的物品。身体会背叛灵魂，但是灵魂怎么会腐烂？

对一个好思考的人来说，这种慰藉一文不值。假设有一天伽利略死了，哪一个伽利略的灵魂会继续存活下来？是那个腼腆的、谦逊的年轻伽利略，还是那个宣告自己的发现的成年伽利略？是那个傲慢的学者伽利略，还是晚年那个痛苦的隐士伽利略？是那个观察到木星的4个卫星的伽利略还是那个低垂着眼睛，连自己女儿在说什么都不知道的伽利略？又或者是那个看到自己的肉体死亡而被吓坏了的伽利略？

他回想起自己的所见。只要给人的脑部一击，人的经验就会消失：有一天哥白尼的灵魂会与他的脑子一起消亡。伽利略的灵魂存在于他的脑中，每天他睡着的时候，灵魂就休息；他醒来，灵魂也开始活动。他记得那个年老的女画家，她不仅瞎了，甚至不知道看见东西是什么感觉：她脑后部受到的创伤使她的灵魂残缺不全。

因此，意识存在于脑中。脑部的联结有一个生长、修整、完善的过程，由此建立脚手架。通过脚手架，产生感受质的形状，这时脑子处于鼎盛期。接着脑子开始衰老、枯萎，很快会变得干枯，灵魂也随之消亡。意识不能被简化为物质：Φ在本质上是不能被简化的，是唯一真实的东西。但是意识确实依赖物质：如果脑子被损坏，灵魂也会随之崩溃。

那么他为什么要相信灵魂不死？为什么但丁相信灵魂不死，创造出无数沉闷乏味的鬼魂？为什么牛顿（出生在伽利略去世的那一年）将宇宙束缚在他发现的规律中？他们缺乏的不是信仰，而是想象力。他们无法想象，在随机变化和选择的过程中，身体的构造会逐渐趋于完美。因此，他们幻想那是出自灵巧的造物主之手。他们无法想象，由于脑中那

些单调的物质的作用，人能弹奏出鲁特琴天籁般的乐声。因此，他们幻想有一个超越的灵魂存在于脑内，在那里倾听，而这个灵魂不会灭亡。灵魂弹奏着脑内细细的琴弦，就如同音乐家弹奏鲁特琴的琴弦；当琴弦断裂了，灵魂就开始歌唱。

也许只要没有一个合理的解释，只要科学无法解决这个任务，灵魂还会存在于那个神秘的庇护所里。但是，如果意识受理性支配，灵魂的神秘性就会消失，像一阵冷风吹散迷雾，而且灵魂必定会死亡。也许吧。他以前曾经想错了：他以为潮汐证明了地球围绕太阳旋转，但是他错了。也许当肉体消亡的时候，灵魂会脱离肉体。也许太阳围绕着地球旋转。



注解

“夜幕降临之一”将我们带回到第一部分沉重的巴洛克氛围中（巴洛克氛围是黑色的，没有华丽绚烂的金色）。1600年，焦尔达诺·布鲁诺全

身赤裸倒挂着，被烧死在罗马百花广场的一根火刑柱上。布鲁诺的雕像也立在百花广场上，雕像由埃托勒·费拉里（Ettore Ferrari）雕刻，雕像的照片由贾斯特罗（Jastrow）拍摄。布鲁诺宣扬哥白尼学说，并认为灵魂遍及整个宇宙。布鲁诺的审判者是罗伯特·贝拉明（Robert Bellarmine）红衣主教，他要求布鲁诺放弃异端邪说，但是被布鲁诺拒绝了。这一章中的引文来自菲利普·拉金（Philip Larkin）[3]的诗歌《晨歌》（Aubade）。伊拉里亚·德尔·卡雷托（Ilaria del Carretto）[4]的头像是根据卡雷托在卢卡的石棺中的样子雕塑的，由雅各布·德拉·奎尔查（Jacopo della Quercia）[5]雕刻。伽利略的女儿苏尔·玛丽亚·西莉斯特（Suor Maria Celeste）出生于1600年，布鲁诺于那年去世；牛顿出生于1642年，伽利略于那年去世；伽利略出生于1564年，米开朗基罗于那年去世。华盛顿的越战纪念墙照片由格林·洛（Glyn Lowe）拍摄。黑影照片来自亚伦·雷奈（Alain Resnais）的电影《夜与雾》（Night and Fog），浅浮雕《对无辜者的大屠杀》（The Massacre of the Innocents）由乔凡尼·皮萨诺（Giovanni Pisano）[6]雕刻，位于意大利皮斯托亚的圣安德烈亚教堂。脑死亡的患者由于脊椎条件反射，偶尔会坐起来。画像《拉扎勒斯的复活》（The Resurrection of Lazarus）是卡拉瓦乔的作品（文中图片截取了画像的局部），现藏于意大利墨西拿地区博物馆。《隆达尼尼圣殇》（The Rondanini Pieta）是米开朗基罗的作品（文中图片截取了雕像的头部），现藏于米兰的斯福尔扎城堡，米开朗基罗在去世前几天还在雕刻这座石像。

[1] 安德雷亚斯·维萨里（1514—1564），比利时解剖学家、医生、近代人体解剖学创始人，其作品《人体的构造》是人体解剖学权威著作。——译者注

[2] 根据《约翰福音》记载，耶稣让死了4天的拉扎勒斯复活。——译者注

[3] 菲利普·拉金（1922—1985），英国诗人、小说家。——译者注

[4] 伊拉里亚·德尔·卡雷托（1379—1405），意大利女贵族，卢卡城领主保罗·奎尼基（Paolo Guinigi）的第二任妻子。——译者注

[5] 雅各布·德拉·奎尔查（1374—1438），意大利文艺复兴时期雕刻家。——译者注

[6] 乔凡尼·皮萨诺（1250—1315），意大利文艺复兴时期雕刻家、画家、建筑家。——译者注

第24章　夜幕降临之二：痴呆症

痴呆症患者的意识是分裂的

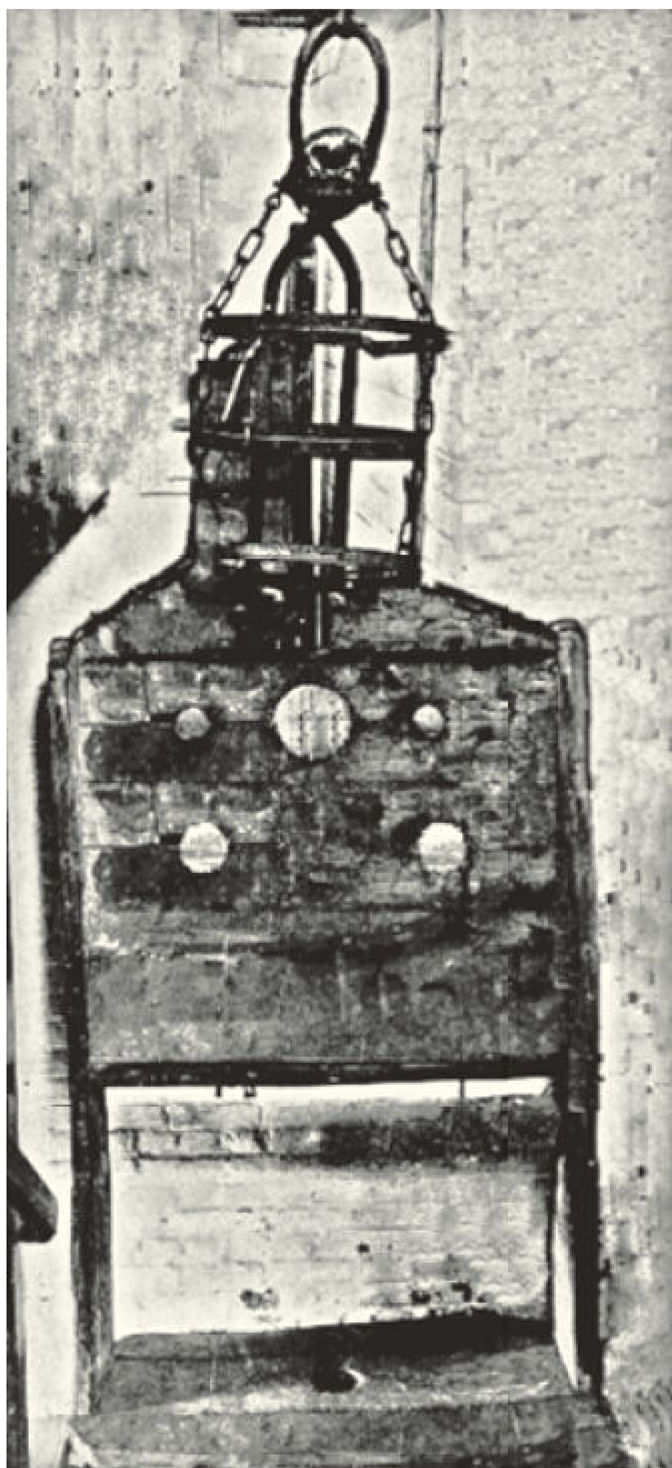
生命之水在记忆之河中流淌，直至夜幕降临，如同断裂的树枝在河流中漂荡。

周围的一切是陌生的。长廊上，一位修士弓着背，带领伽利略进入一个昏暗的房间。房间很大，空荡荡的，只有一个耶稣受难像挂在墙上。地面铺着稻草，发出马厩刺鼻的气味。在远处一个黑乎乎的角落里，有一个草垫子。垫子上方，天花板的铁链上面吊着一个笼子，笼子由几块粗糙的木板做成。伽利略走近一点，发现这几块木板其实是一个颈手枷。在一个开口处，一只手无力地垂下来；在低一点的两个洞口，有两只光脚伸在那里。笼子上方还有一个洞，伽利略睁大眼睛，辨认出洞口上方是一个人的脑袋，黄色的头发遮住了脸。在笼子里吊着一个衣衫褴褛的男人。这个人在里面枯萎了，像这个笼子一样毫无价值。头发遮住了他的眼睛，他在盯着什么东西看，眼神空洞。他是谁？

这张脸让伽利略想起了什么。当他认出这个人的时候，他打了个冷战：这是贝拉明红衣主教，宗教裁判所所长。这个人曾经宣称哥白尼是教会的敌人，并判处布鲁诺火刑。伽利略感到愤怒，同时又有点怜悯他。

带路的费那离修士对伽利略说：主教发过誓，要过穷苦的生活，他想要的就是这样一个房间。

伽利略问，他还想要经受痛苦与不幸吗？他为什么被吊在笼子里，像一只面容枯槁的鸟？



费那离低下头说：“医生怕他伤害到自己，所以将他吊起来，像十字

架上的耶稣那样吊着。”

红衣主教似乎睡着了，一动不动，也没有说一句话。伽利略清楚地记得，他学富五车，是教堂的支柱。他说出来的话都是经过深思熟虑的。由于话语能带来某种后果，尤其是他的话，因此在说之前，需要再三思索。

也许红衣主教也像伽利略一样，对真理充满敬畏。他曾说过他热爱真理。只是主教认为真理存在于话语中，而伽利略认为真理存在于事实中。而且主教认为每个基督徒都拥有真理，而伽利略认为是自己发现了真理。

“主教是教会中最博学的人。”费那离突然插入道，“他会背诵圣经，知道圣托马斯[1]所有事迹，并熟知他的理论。”

伽利略说，我知道。但同时他想：主教也有不知道的事情，如他认为哥白尼学说是错的。他说过，如果哥白尼学说是对的，我们就会飞离地球，或者要绕着地球爬行，像蚂蚁绕着气球表面爬行那样。伽利略知道他的这种想法是错误的。

“学识过于渊博，会成为一种诅咒。”费那离说，“主教以前经常把自己关在房间里不停地写作。但是教会规定，耶稣会会士不能连续工作两个小时以上，所以他在工作了两个小时后，就将羽毛笔抛向空中，再接住，然后继续写东西。这成了他终生的习惯。他写的东西既富雄辩性，又简洁明了。《死亡的艺术》（The Art of Dying Well）是他最有名的著作，他知道这本书能取悦上帝。但是，上帝似乎要让他死得很悲惨，比关在笼中的野兽还要悲惨，他如今成了没有心智的行尸走肉。”

伽利略说，也许他书读得太多，把脑子烧坏了。

“也许人有了学识就会骄傲，而骄傲的头脑必定会被命运的齿轮压碎。”修士说，“我在他后来写的东西里发现了这个。我在某些段落下面划了线。”

烛光很暗，伽利略只能看到几句话：“你不应该像畜生那样活着，而要去追求知识”；“如果上帝的右手握着真理，那么他的左手握着对真理的不懈追求。当我犯错时，他对我说：选择吧！我会谦卑地跪在他面前，说：天父，请赐予我真理！真理掌握在你手里。”还有：“只有那些有渴望、努力奋斗的人才能被拯救。”最后一句是：“奋斗，追求，发现，绝不放弃。”

修士盯着伽利略，说：“我不确定这些话是什么意思，恐怕他最后失去了信仰。这些话代表智慧的顶峰，还是预示堕落的开始？我能够辨认出的最后一句话是这样的：思想已经支离破碎，知识让我反胃。”

伽利略冷冷地说：这句话的意思是思想和胃、真理和消化不相融。后来他还写了什么吗？

“他又写了7个月。”修士说，“他写啊写，将羽毛笔抛向空中，但他再也抓不住笔了，只能花上几个小时在地上找笔。最后他写了满满7本册子。他的字太小了，连自己都看不清楚。我自然也认不出来。但是他还是继续写。我敢肯定，他将毕生的知识都倾注到了这7本册子中。”

伽利略说：让我看看。修士递给他第一本册子。伽利略打开来，几乎看不清里面写了什么。他从口袋里拿出放大镜，发现有些词汇他认得，写得杂乱无章，在不同词汇中间划了一条歪歪扭扭的线，不知道是什么意思。他看到下面这些词：虚荣、自爱、谦卑、完满、吹嘘……

伽利略说：给我最后一本册子。他发现这本册子的字体更加细，但

词汇中间歪歪扭扭的线没有了，而且词汇很短，他要非常仔细才认出是一些希腊字母。一页页重复写着下面这些字母：OOOOOOO……，ΠΠΠΠΠΠΠ……，PPPPPPP……，ΣΣΣΣΣΣΣ……，TTTTTTT……，YYYYYYY……，后面的就看不清了。

伽利略问：修士，你怎么看这些莫名其妙的字符？这些符号比小学生的笔记还糟。也许他曾经学识渊博，懂得真理，但是现在他一无所知。

修士不知道如何回答，刚刚看到的那些字符让他伤心，他说：“那么说这是真的了，他一定是疯了。是骄傲让他发疯的。骄傲是七宗罪中最严重的罪，这是一种潜在的罪，能考验灵魂，是诱惑圣人的唯一罪过。主教失去了对上帝的信仰，因而疯了。”

伽利略说：不是这样的。是因为他的脑内的联结断裂了，他才疯的。告诉我，主教是如何变成现在这个样子的。



修士低头说道：“开始的时候，他的记忆力出现了问题。我发现他不止一次在做礼拜的时候不知所措，站在祭坛后面瞪着惊恐的眼睛，不知道该怎么办。接着他本来准确的判断力变得迟钝。作为主教，这些变化无法隐藏。有一天做弥撒时，一个富有的商人上来领圣餐。我们不喜欢这个商人，因为他是那种以财富衡量信仰的人。”

修士接着说：“这个商人跪在主教面前，眼睛半睁着，看向高处，双手合十在做祈祷。主教穿着他最好的长袍（虽然他的主教发冠有点斜），拿起圣体（圣餐面饼），不是说按惯例要说的话，反而问道：‘你确实相信这是主的身体吗？’商人睁大双眼，不敢相信自己听到的话。然后他闭上双眼，用困惑却真诚的语气说：‘我相信。’听到这个回答，主教左右开弓，扇了他两个响亮的耳光。我就站在旁边，也许除了我没人注意到主教的这个举动。我看到商人似乎在犹豫：他是应该不做回应，还是应该大闹一场，哪种反应会危害到他的名誉？最后商人没有动，主教拿着圣体又问道：‘那么至少告诉我，你真的相信在你死后，你的灵魂还会存在吗？’”



修士继续说："商人出于本能将头移向一边，不敢回答问题。主教提高声音，所有人都听到他大声地说：'你真的相信在你死后，你的灵魂还会存在吗？'教堂里一些重要的人物听到这话，为主教感到羞愧，都不知道该往哪里看。商人偷偷看了看四周，低声说：'我相信，求求你了，不要生气。'他还没说完，主教又一次扇了他耳光，说：'虚伪的家伙，难道你不知道你的灵魂就像火鸡的灵魂吗？它在地上啄食，看上去像颗桩钉，不停地啄啊啄。它就是啄木鸟的灵魂。啄木鸟目光短浅，只看到眼前在啄食的那点地面，你的灵魂也一样，看不到其他东西。你就是一只自私的火鸡！我看得清清楚楚，我看到你的灵魂像只火鸡，在蹒跚而行！'"

费那离停顿了一会，似乎担心自己说得太多了。接着他又说道："这是他最后一次做弥撒。从那以后，他的记忆力越来越差，我知道这个情

况，他自己也知道。后来他越来越没有理性，很快他所有的能力都消退了。渐渐地他不会思考了，连续几个小时什么事情都不做，不是因为懒惰，而是不知道做什么，也不知道怎么做。后来他忘了如何穿衣服，如何行走，甚至忘了如何吃东西：他用力咀嚼着水，却将食物整个吞下。”



伽利略问：他知道自己在哪儿吗？他能认出我们吗？

笼子中的人一点反应都没有。

伽利略继续问：这么说到目前为止，他一直不会思考？他的心智去哪儿了？难道去追他在天堂的灵魂了吗？

修士很伤心，说："主教大人漂到另一个地方去了：有时候他好像在天堂里。虽然在傲慢的法官面前，他不能用言行来为自己的心智辩护，但是他的灵魂值得尊重。"



伽利略对着主教的耳朵大声问道：主教，你能听到我说话吗？你能认出我是谁吗？主教发出呻吟声，他的嘴巴几乎没有动。他闭着眼睛，嘴里含糊不清地说出几个词汇：“……是……不是……是……不是……是……不是……是……”。

伽利略大声叫道：看，费那离，他听得到！而且他知道我是谁！

“那么这就是他最后说的7个词汇了。”修士说，“我们的救世主被钉在十字架上也说了7句话。但这7个词汇只是他嘴巴说出来的，上帝知道他心里还想说什么。”



这时谁也不出声。过了一会，主教又含含糊糊地说了些什么。这次伽利略很仔细地听，终于明白他想说的是什么：“……是……或……不是……是……或……不是……是个……”。

伽利略说：“这种方式或不是这种方式。他最后说的是这个意思。他最后剩下的智慧相当于二极管的智慧。”

“这跟二极管有什么关系？”费那离问，“也许他是说他会见到上帝？”

伽利略说：我不知道。这种方式或不是这种方式。怎么会有人知道呢？

伽利略其实在想其他事情。他又一次看到塞勒诺在毁坏人脑。他看到随着年龄的增长，脑中广阔而壮观的复合体会断裂，碎成一堆二极管。也许很难准确测到Φ值，但是Φ值肯定在减少，就像主教那张枯萎的脸。如同吊灯掉在地上打碎了：吊灯挂得越高，掉在地上的水晶碎片就越多。人脑碎裂，思想就分裂为模糊的碎片；大脑皮层萎缩，意识也会枯萎；颅骨内空洞无物，灵魂爆裂，如同气球在虚无的夜空爆炸。



注解

没有确凿的证据证明伽利略的审判者——罗伯特·贝拉明死于痴呆症，也许这一章的红衣主教代表的是所有人。这也解释了为什么作者将

其他一些人说的话归于主教。这些人的话语形成了奇怪的组合，包括尤利西斯、浮士德、但丁、莱辛、歌德、丁尼生等人的话语。贝拉明博学多才，事实上他确实写了两本书：《死亡的艺术》与《十字架上说的最后七句话》（The Seven Words on the Cross）。红衣主教写的词汇之一“虚荣”，也是一部戏剧的题名。这部戏剧是耶稣会会士雅各布·彼得曼（Jacob Bidermann）[2]用拉丁文写的，讲述了一个知识渊博者的故事：这个人因他的圣人般的仁慈而备受众人称赞，后来他得了病，最后死了。但是他的遗体拒绝下葬，三次坐起来，最后大叫说自己有罪，要被惩罚下地狱，因为他犯了最严重的罪过：骄傲与虚荣——相信自己胜过相信上帝。一直以来，他对自己这些无意识的动机毫无察觉，而通过舞台表演，这些动机被表现出来，大家都看得出来。巴比伦铁塔就是人类骄傲的象征，铁塔的画像是老彼得·勃鲁盖尔（Pieter Brueghel the Elder）[3]的作品，现藏于维也纳艺术史博物馆。如果说这一章有人很傲慢的话，那么这个人一定是伽利略，不是贝拉明。贝拉明画像的来源不清楚。两张自画像是威廉·尤特莫伦（William Utermohlen）的作品，是他在被确诊患有老年痴呆症后画的。除了历史事实不准确之外，这一章还有一个缺陷，那就是对数字7的过分执著：最后7个词汇，7宗罪，7个月，7本册子，7个字符，还有很多7个词组成的句子。

[1]　圣托马斯即托马斯·阿奎纳（约1225—1274），意大利多明我会神父，中世纪经院哲学派哲学家、神学家，自然神学最早的提倡者之一，托马斯哲学学派的创立者，被天主教会封为圣人。——译者注

[2] 雅各布· 彼得曼（1578—1639），奥地利神学教授，以其创作的戏剧而闻名。——译者注

[3]　老彼得·勃鲁盖尔（约1525—1569），弗兰德人，文艺复兴时期画家。——译者注

第25章　夜幕降临之三：忧伤

如果意识的特性是由整合信息构成的一种形状，那么意识可能会变成唯一真实的、永恒的地狱

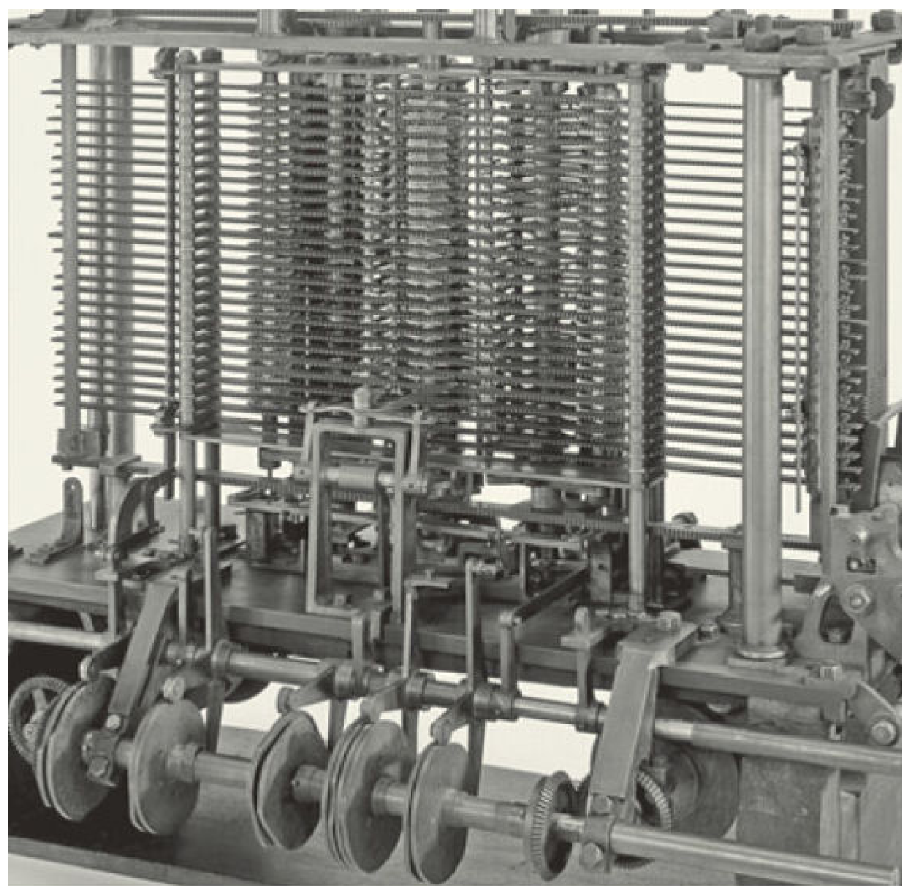
主人站在昏暗的门边，对伽利略说：“这台机器不同于其他机器。”主人是个瘦子，眼睛闪闪发亮，戴着一顶帽子，伽利略从未见过这种帽子式样。主人向伽利略行过礼，带他来到一个大房间，房间的墙上镶嵌着厚厚的木板。房间中间的底座上放着一个东西，看上去像是灵柩台，上面盖着一块紫色的帘布。帘布上方立着一个铜质支架，支架上悬挂着一个精巧的小装置。这个小装置由很多部分构成，各部分之间通过各种尺寸的弹簧相联结。一根由金和玻璃制成的尖锐的针，系在摇摆的钩子上。针在上下缓慢移动，接着轻轻震颤了一下，几乎察觉不到针的颤动。七根辅助的针绕着中间这根针在转动。

“我就知道，这台绣花机能吸引人的注意力。”主人说着，不经意地瞟了一眼机器，“但是通常人们注意到的不是这台机器的独特之处。毕竟，这只是台机器。真正重要的是控制这台机器运转的指令，比指令更重要的是人们用这台机器来做什么，当然前提是这台机器必须运转良好。”

伽利略盯着机器转动的部分看，主人将他拉到一边，给他看一张画在铜盘上的蓝图，这张蓝图他一直贴身带着。主人说：“我就是靠这张图才建造了这台绣花机。人们往往不知道，关键是要得到一张精确的网格图，建造不同的机器，需要不同的网格图。我需要知道线是如何缝在一起的，还需要知道每个结是如何打的。这张网格图比较简单。我不知道是不是值得花时间做这些，不管怎样，制作网格图是最难的部分。网格

图完成后，我就开始画草图，编指令：哪些线需要重新连接，哪里需要打结或拉紧，哪里需要宽松些或解开，最后规定哪些结节需要按压，以什么顺序、何种速度按压。接着我就可以使用这台机器了，让它发出最响的声音，像测试一台声音很响亮的风琴，只要注意不要让它用坏了就行。”

伽利略走到灵枢台前，仔细观察针的移动。在紫色帘布上面有一个方形的开口，但是看不清下面是什么，因为移动的针形成一个振动的帘幕，阻挡了视线。伽利略问：这台机器是做什么用的？



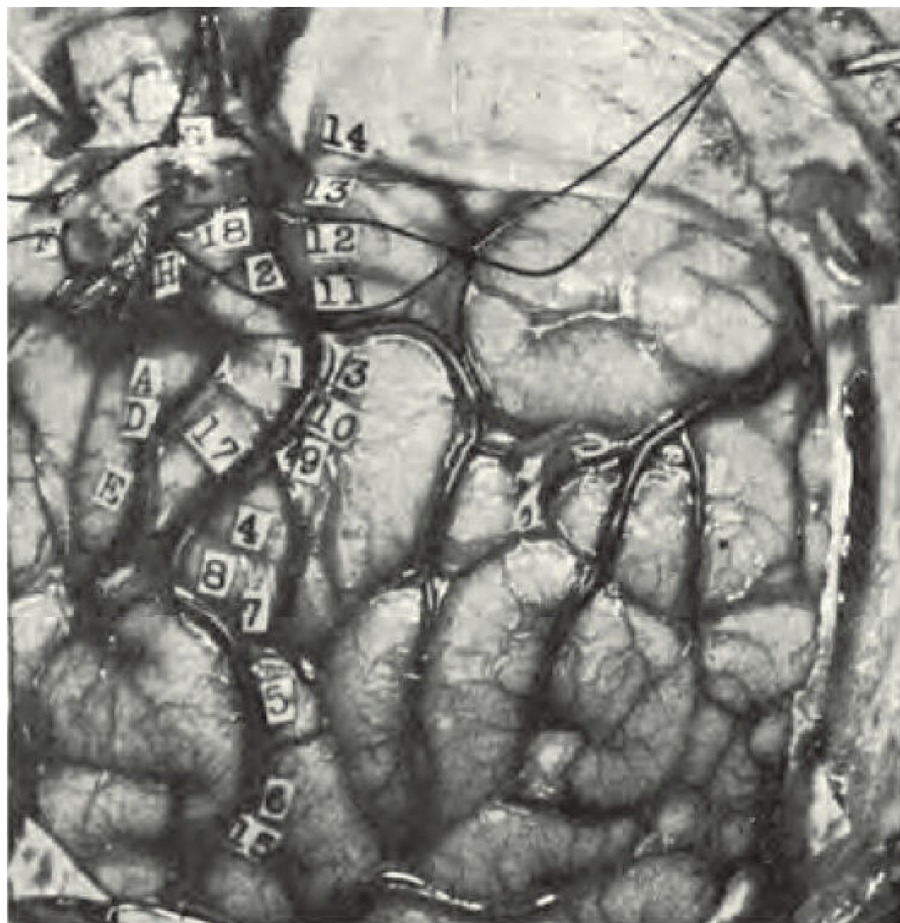
主人站着不动，双唇紧闭。接着他说道：“最强烈的痛苦是什么？痛苦会永远持续吗？如果没有留下记忆，痛苦还会存在吗？还有什么比痛

苦更糟糕吗？”他说的每个字都用了强调的语气。

伽利略试图掩饰自己的惊讶。“我知道你不理解，你怎么会理解呢？”主人嘟哝道，“你很了解当权者，是这样吧？他们需要的是忏悔，我能让人们忏悔，我一直都是这么做的，还有什么比这更容易的吗？那些当权者不知道一个人可以在瞬间被击垮，不费吹灰之力。”主人轻轻挥了一下手，继续说：“让一个人忏悔太容易了，根本不需要技巧。当权者只在乎那些他们可以拿来炫耀的东西：听取了多少次告解，做了多少次谈话，让多少人放弃了异教信仰。今年M红衣主教接受了231次告解，F红衣主教接受了91次，D红衣主教接受了640次。他们不关心告解的过程。他们很实际，认为每一次告解都差不多。事实上，这些庸俗之辈眼里只有地位和金钱。可是我的艺术如果没有他们的资助就无法继续存在。即便是主人也有庸俗的需求：每一匹马都长有虱子，每一个艺术家都需要保护人。”

“帘布下面是什么？”伽利略问。

主人笑了，似乎感到很宽慰：“你是一个科学家，对任何与人有关的事情都不陌生。”他小心翼翼地揭开帘布。一个人躺在一块切肉的砧板上，脚踝和手腕被铁链绑着，头皮被剖开了。主人说：“你看，这个人肯定很强壮，他已经在绣花机下待了7天。”主人将铜盘塞到绣花机底部的一个裂缝中，然后转向伽利略，说：“这些人不会明白的。他们要的是原始的痛苦、常见的痛苦。他们不知道这样的痛苦毫无意义，他们的告解毫无意义，比驴子的鸣叫声还要无意义。”主人垂下眼皮，继续说：“他们只知道通往真相最笨拙的方式，以致真相都被他们笨拙的方式挤压得变形了。”



伽利略不知道该说什么。他盯着针看，针正刺在颅骨的一个开口处。躺着的那个人嘴里塞着一个巨大的牙垫，脸上毫无表情。主人先看了看绣花机，再看了看躺着的罪犯，然后对伽利略说："你看到我的绣花机是如何毫不费力地引发瞬间的痛苦了吧？我可以做到不让人流一滴血（绣花机的针头触到罪犯颅骨内敏感的神经末梢会产生极少量的血），而使人脑产生瞬间的知觉。像你一样，我追求完美的本质：痛苦的突然发作，那是最纯粹、最强烈、最痛彻心扉的痛苦。"

伽利略感到嘴唇发干，主人给他倒水，接着很疲惫地说："我花了很长时间才到这一步。很多年我都在旅行，跟外国医师交往，学习古代的人体知识，但是这些知识都没多大用处。一天我得到了一个最重要的经

验：身体的痛苦与源自人脑的痛苦比起来无足轻重。我的助手被热情冲昏了头脑，有一次将针刺穿一个罪犯的太阳穴。后来我取得了这个罪犯的信任，喂他吃去了鱼刺的鱼，他告诉我：那次的痛苦跟其他痛苦不一样，没有哪种痛苦能跟那次相比。这以后，一切都变了。平庸的研究者发现一条溪流就满足了，而我要的是痛苦的泉水，是每个人的脑中喷涌出的泉水。”

主人接着低声对伽利略说，似乎在分享一个秘密：“但这是一个孤独的行业。没有人可以交流，没有一个追随者有着同样的知识和热情。也许你不相信，我唯一的安慰来自这些罪犯：当我在罪犯身上完成一个实验后，我们已经变得很亲密了，比其他任何朋友都亲密。那些聪明的罪犯睁开眼睛，看到我在做的事情，他们能够理解我。这时探寻痛苦的工作就变得很刺激：我将他们能感知到的每个地方都探索了一番，我甚至觉得他们用眼睛指引着绣花机。直到最后，罪犯变得麻木，没有感觉。我必须在夜晚的痛苦中做令人乏味的忏悔（这是麻木的夜晚，感觉变得疲惫而迟钝）。”

伽利略还是一声不吭，主人继续说道：“有一阵子我感到绝望，我觉得追求完美不可能成功，肉体的不完美注定了我的追求会失败。每次我将要探寻到最纯粹的痛苦的时候，被试坚持不住了，他们绷紧的四肢松弛，眼睛直瞪着，他们将马上要出现的真相隐藏起来。他们到达痛苦的极点了吗？我成功了吗？这种痛苦会持续吗？我无法知道。我想知道，这种痛苦的感觉是否最终会消退，会随着麻木、疲惫、睡眠而变得迟钝？神经细胞停止运作，肉体太脆弱，真相随着痛苦消失了。”

他们看着罪犯：他紧紧地咬住牙垫，没有动。主人说：“你肯定能理解。尽管这个瞬间的痛苦可能最强烈，但不一定完美：因为持续时间太短，不能到达痛苦的顶点。因此，我决定拿我最近的作品（他指了指躺

着的罪犯）做实验，使痛苦到达真正的完美，给予它原先所缺少的：即让痛苦持续。现在我做到了，让痛苦永远保持在最高点，不用担心痛苦因人的脆弱而中断。”说着，主人站起来，笔直地站在罪犯前面，举起手臂，说：“完美的痛苦必定能永久地持续，意识必定能到达痛苦的制高点，这个制高点可以无限延伸。”

“他听不到我说话：痛苦占据了他的思想。但是你肯定很好奇。”主人盯着伽利略说，“当然，我知道最好的方法就是用钢制的或玻璃制的物质代替人脑的每个神经细胞，让意识这台机器以最大速度永久地运转，产生痛苦（似乎痛苦是它唯一能产生的感觉）。会有那么一天的，人造脑将会顺利运作，产生完美的痛苦。然而，我发现了一种更简单的方式，就是将神经细胞浸在砷和银的溶液中。通过这种方式，脑内的神经细胞变得坚不可摧，能够承受最强烈的痛苦。这些神经细胞一碰到绣花机就会尖叫。”说着，主人走向罪犯，将牙垫与湿布从罪犯起泡的嘴中拿下来，然后将绣花机关闭。绣花机停止忙碌的运作，不再叮当作响。主人等了一会，然后对着罪犯的耳朵低声说了什么，一边轻轻拍他的肩膀。罪犯气喘吁吁，吐出了什么东西。接着以疲惫不堪的声音向主人道谢，温顺地看着主人，像只满怀感激之情的狗。罪犯要了点水，主人喂他喝了水后，又将布塞回到他嘴里，检查了一下铜盘上的指令，然后重新启动绣花机。



“也许你会觉得奇怪，他怎么没有尖叫。”主人对伽利略说，“也许你想知道这是不是真的。毕竟，这个人没有说他在承受痛苦。实际上，有时候药物很管用。你也应该试试这种药水。”他拿起一个瓶子闻了下，说：“这种药能够使人失去记忆，却还能感受到痛苦。我先在自己身上做了试验：痛苦没有消失，还跟之前一样强烈，甚至更强烈，痛苦持续的时间很长，足够我把自己的感觉记录下来。但是过了一会我就将痛苦的感觉忘记了。要不是我将这种感觉记录了下来，我根本不知道自己刚才曾有过痛苦的感觉。从那以后，每个罪犯都服用这种药水，这样我就可以无数次启动绣花机。当我关闭绣花机，罪犯会笑着感谢我。没有记忆的痛苦就像完美的罪行。你不禁会想，最深切的痛苦有可能是最真实的，但是如果这种痛苦没有留下任何记忆，那么这种痛苦真的存在吗？如果强烈的痛苦持续很长时间，那简直让人无法忍受（就像偏头痛发作时，患者恨不得拿把斧子将自己脑袋砍下来），但是当痛苦停止后，没有留下任何痕迹，没有人会有罪恶感。”

主人检查了一下绣花机，因为有一瞬间罪犯的表情与机器内的模板不一致。发现没有问题，他对伽利略说：他并不满足于仅仅研究痛苦的感觉。确实，痛苦是他的标杆、指路明灯，也是他最初的目标，但是研究发现往往不是孤立的：就如同有了第一个女人后，总是会出现其他女人；有了原罪，就会产生其他罪恶。于是他又开始探寻恐惧、空虚、嫉妒的源泉，研究是什么引发了这些情感。到底凭什么来衡量人类的意识？他花了很多年的时间研究知觉，探寻那些节点，好像这些节点就是知觉世界里的城市、山川、河流。他在罪犯身上做试验，观察到他们一些内在的感觉。很难相信，一些人的感觉很贫乏，他们分辨不出恐惧与恨、愤怒与害怕之间的区别。甚至在有些人看来，所有颜色都是一样的。但是另外一些人有某些奇怪的感觉，这些感觉不属于感官官能，不能用言语形容。

他知道自己还需要进行深入研究，只是研究感觉还远远不够。他必须发现新的感觉，像以前没有的山峰、从海底喷发的火山。他要研究第六感，这种感觉比普通的感觉更敏锐；也许还存在第七感，这种感觉编织出的网格图必定是前所未有的。



伽利略想起阿尔图里曾说过，通过改变感受质的形状可以产生新的感觉，虽然他不清楚这种感觉是怎样的。主人不需要任何理论，他知道通过学习可以让任何一种感觉变敏锐，新的感觉一定会产生：孩子学会辨别酒的味道，诗人学会欣赏每个词的意蕴；但这些都只是同一种感觉的不同层次。既然他已经知道意识是如何建构的，为什么不根据自己的意愿创造新的感觉：极致的痛苦、最深切的忧郁、绝望以及无限的失落感？完美痛苦的反面是什么？它真的存在吗？

“这就是我造这台伟大的绣花机的原因，这台机器是我的杰作。”主人盯着伽利略，指着机器说，“它不仅仅扎在神经细胞上，而且将神经细胞缝起来，编织成复杂的结构，在脑这台被施了魔法的织布机上打结。如果这是唯一真正的剧场，为什么我不可以改变意识的舞台呢？”绣花机的针头从上往下慢慢移动，像一个发亮的枝形吊灯。绣花机上有卡钳、

刻度与小齿轮，还有数不清的尖锐的针头，像紧张的虫子的触须，在不停颤动。

主人的目光从罪犯身上移开，转向绣花机。忽然他开始脱衣服，赤裸身体，但依然戴着帽子。他看都不看伽利略，就快速走向房间后面，爬上一张看上去像是祭坛的白色大理石桌子。他小心翼翼地躺下来，调整头部位置，使后脑勺正好放在铜质凹槽中。他一脸不屑地推开裹着布的牙垫，也没有喝使人失去记忆的药水。最后他脱下帽子，熟练地从颅骨上取下一个金盘，好像曾经无数次这样做过，然后把金盘扔到地上。

绣花机往下移动，接近主人发亮的头皮。“现在需要你帮忙了。”主人说，“我要找到痛苦的极点，但我一个人无法完成。我不信任在罪犯身上做的试验，他们毫无表情。我必须亲自试验。现在开始了。”他笑着说，此时绣花机的针头开始扎在他的脑袋上。“过一会针头就要扎到我脑中央了。你要引导绣花机向最敏感的地方移动，到时我会告诉你的。让针扎在我的头顶，这样我就能充分感受痛苦，而且这次的痛苦会一直持续下去。痛苦马上就要来了，我从来没有这么接近痛苦。”他的嘴唇颤抖着说：“这种痛苦不是起伏不定的，而是持续的，像席卷而来、将一切淹没的浪潮。我会随着浪潮涌动，进入漩涡，这个漩涡不是向下旋转，而是向上旋转。”

他停顿了一下，惊讶得说不出话来。过了很长时间，他低声说道：“天啊，这不是痛苦的感觉，感觉变了。哪里出错了吗？我知道了：痛苦达到最强烈的地步，我们就感觉不到它了。到达一定的点，任何感觉都会消失。我现在知道是什么感觉了。是纯粹的恐惧？不，不是恐惧。是纯粹的厌恶，对所有事情以及对上帝的极度厌恶。厌恶是意识的最高点，压倒了痛苦，会永远持续下去。绣花机一定改变了脑内某些联结，缝错了线。”确实如此，在头盖骨的切口处，神经线路纠缠成一团，

缠住颤动的针头，并将所有针头都缠绕进去。“这种感觉不是痛苦、害怕、恐惧、悲伤或厌恶。是什么呢？这是一种新的感觉，无法用言语表达。我现在肯定感受到了，这是地狱。折磨是一种游戏，这是地狱，最真实的地狱，意识的地狱。”主人说完闭上嘴巴，眼睛像罪犯那样盯着看。与此同时，绣花机还在继续工作。

注解

这一章受卡夫卡《在流放地》（In the Panel Colony）启发，充满暴力的意味。当然，故事不是发生在某个热带国家，而是发生在欧洲。而且，卡夫卡小说中的上尉只是老指挥官的追随者，经常哀叹过去的黄金岁月；而这一章中研究痛苦的主人显然担任了老指挥官的角色。主人执著追求的目标不是在罪犯的皮肤上刻上有罪判决，而是探索罪犯的意识世界。显然，这一章缺乏卡夫卡式的严肃性，经常陷入巴洛克式的夸张。然而，这一章对研究脑部痛苦根源的人来说，也有某些价值。相形之下，卡夫卡充满血腥味的细节描写——皮肤如何被刺穿，血液如何飞溅——显得很肤浅，就像绣花机比起卡夫卡的靶子更有品味。这一章研究痛苦的艺术家比卡夫卡小说中对应的人物更有创造力：他确实知道用绣花机将脑内被改变了的联结缝起来，从而产生感受质空间新的形状——之前从未体验过的新感觉。虽然还不能给这种感觉一个合适的名称，但是在《亮光宫殿》那一章对意识性质的讨论中已经预示了这种感觉的存在。查尔斯·巴贝奇（Charles Babbage）[1]的分析机现藏于伦敦科学博物馆。阿曼多（Armando）[2]的画作Koph[3]现藏于多德雷赫特博物馆。

这一章试图说明以下几点。一，最强烈的痛苦不是由身体受折磨引起的，而是由脑部受到刺激引起的。实际上，这一章似乎在暗示：不需要身体的配合，仅仅是脑就可以体验到痛苦或其他感觉（这点与卡夫卡

小说所描述的不同）。这种想法并不荒唐。我们可以梦到痛苦的感觉，而身体没有发生任何事情。而且，某些最棘手的慢性疼痛是由于脑的某些机能失常引起的，不是由于身体的机能失常引起的。一个更加难以回答的问题是：疼痛或其他经验是否真的可以完全脱离身体？安东尼奥·达马西奥（Antonio Damasio）在《感受发生的一切》（The Feeling of What Happens）一书中得出的结论正好相反。他认为意识实质上是身体的意识，是身体与外界环境相互作用产生的。而这一章的主人和伽利略都确信，只要脑内的联结正确，在感受质空间形成正确的形状，就会产生意识。二，如果用人造神经细胞代替脑内的神经细胞，只要这些神经细胞在感受质空间相互作用形成相同的形状，痛苦的感觉就能永久地持续下去，不会像自然的痛苦那样不可避免地消退、减弱、麻木、分散。一个经典的思想实验就是将芯片替代神经元，说明意识不依赖其物质基础，但与其信息基础密不可分。也许我们很快要为那些不经意创造的机器担忧，这些机器可能要承受一些不愉快的经历。三，一种超现实的可能性是：当记忆被抹去，强烈而永久的痛苦不会留下任何痕迹，就像某些麻醉剂所起的作用。这会是怎样一种情况：意识正遭受极度的痛苦，但是没人能表达这种痛苦，甚至连遭受痛苦的人自己都无法表达？四，只要以正确的方式刺激脑部，就能产生任何感觉（尽管我们还是缺少一台合适的绣花机）；而且我们对神经元联结的认识还是不足。大脑皮层表层的图片来自彭菲尔德（Penfield）与博尔德里（Boldrey）发表在1937年的《脑》杂志上的文章。他们有系统地刺激脑的不同区域，观察这样做会引起什么感觉。20世纪有两位心理学家蒂奇纳（Titchener）与库尔普（Kulpe），认为意识可以被分解为意识微粒，他们像这一章研究痛苦的艺术家（即主人）那样，试图发现意识的元素周期表。麻烦的是，蒂奇纳发现的基本感觉达44353种，而库尔普发现的基本感觉少于12000种。当然，最麻烦的是，意识不是由微粒组成的（这点我们在

《看到黑暗》那一章中论述过），而且痛苦的感觉像黑暗或其他感觉一样，需要整个神经复合体的相互作用才能产生。五，最强烈持久的痛苦虽然可怕，但不是最糟糕的。如果我们能够塑造神经元联结，进而塑造感受质的形状，产生新的糟糕的感觉，那么将会产生更恐怖的感觉。如果这种假设变成现实，有人会乐意的：曾经只是想想的事情终于成真了。当然，这一章的主人努力创造的是一种更美好的感觉，但他毕竟是一位研究痛苦的艺术家。“夜幕降临之三”到此结束。

[1] 查尔斯·巴贝奇（1791—1871），英国数学家、哲学家、发明家、机械工程师，发明第一台机械计算机，被誉为计算机之父。——译者注

[2] 阿曼多（1929—），荷兰画家、雕刻家、作家。——译者注

[3] Koph 是希伯来语的第19个字母。——译者注

第26章　黎明之一：意识的减弱

意识可以脱离语言与思想而独立存在

一个冬天的夜晚，他变成了一头牛。诗人急切地想记下想到的诗句，担心他的声音无法传到地面上。

他们在追赶他，就像狗在追赶受伤的猎物。他们从街上一路追，后来闯进他的房子。他倒在地板上，愤怒得说不出话。他想：正义是站在他这一边的，经过漫长的夜晚，黎明会到来的。



他们这样指控他：一直以来，他身体羸弱，思想却很丰富。过强的自我意识耗尽了他的精力。先锋人物必须根除思想，否则会拉低大众的劳动速度，阻碍民众前进的步伐。

但是他想：他的生命必定像早上的太阳一样快速上升，中午时分到达天堂的高度；他不会凝视夜空，属于他的星星不会安静地挂在空中，而是带着蜡翼沉入海底。他将高高地飞翔，驯服猎鹰，他将直视斯芬克

斯的眼睛。

他们这样指控他：像他这样的谄媚者是工人阶级的负担。他称之为思想的东西不过是一些发臭的东西。他蔑视农民的集体意识，其实他已经腐烂。他的思想必须从脑中根除——用一把大镰刀将他的思想彻底清除；他这样的人必须从这个国家清除出去，这样大众的利益才不会受到损害。

但是他想：为什么要在黎明到来之前死亡？还没有人见到他飞，他还没看到大海。也许要创造一个新世界，必须经过一些不和谐的、混乱的日子。就像吹笛子，要经过练习才能有美妙的笛声。他曾经说过：兄弟们，让我们歌颂自由的黎明，这是伟大的、黑暗的时刻。但是他在对谁说？他自己的同志吗？他们曾与他一起笑，一起哭，一起喝酒，而后背叛了他，称他为人民的敌人。或者他是冲着那些悲惨日子里受到的侮辱说的？

他们宣称：在一个光荣的国家，个人情感没有立足之地；在一个平等公正的共和国，个人命运无关紧要。意识必须统一，干部负责统一意识。个人思想是前进的障碍。

但是他想：这些构思出抽象与一般的人，能够做到不必将他人关进监狱而控制他们的灵魂吗？这些划分出类别的人，会庆祝扭曲的个人命运吗？不会的，他们会继续前进，走向胜利。他们的思想是完全同一的，他们行进得太快了，以至于没有时间思考。这个可悲的国家的人热衷于行动，在行动中迷失了思想。

诗人想到这里的时候，摔了一跤，跌倒在铁栅栏上。尖利的长钉刺穿了他的前额。他就这样倒在那儿，动弹不得。

医生说发现他的农民很聪明，他们将长钉从他的脑中取下。他的前额被刺了个洞，但是后来治好了。他还能看到东西，但不能说话了。他们将他遣送到很远的地方关押起来。他们说他还活着，但那次受伤后，他再没说过话。一位女诗人支持他，在他紧闭的房门前站了很多天，但那扇门始终没有打开。



春天里的一天，他们放他出来放羊。他们除去他身上的枷锁，他一声不吭，温顺地走向她。当她哭泣的时候，他舔了舔她的手。

但他这样做不是在安慰她，她一直到他父亲死的时候才明白这一点。那时他看着他父亲安静地躺着，他只是绕着他父亲的遗体走了几圈，并没有表现出什么兴趣，就像他平时看到熟悉的事物那样。他走开了，去摆弄套在其他动物嘴边的玻璃小饰品。而且，当他的朋友被抓并被流放时，他看到他们戴着锁链被带走，却无动于衷，他关心的只是自己的食物。他用链子牵着狗走着，或者说是狗在牵着他。他唯一的奖赏是一杯燕麦，如果还有点肉，他就会咧嘴笑。但她轻轻抚摸他的脖子和下巴时，他会哞哞地叫上几个小时。他还会给她递东西——水桶、书本、石头等，他对做这种事情乐此不疲。



医生说，他不会说话是因为缺失了额叶。他们说，他不大会推理。他的判断力比一只鸟好不了多少。他手上有什么东西的话，就只顾埋头吃。他认不出自己了。



当这个女人站起来迎接伽利略时，伽利略鞠了一躬。她骄傲地挺直后背，她说她生活的方向转变了，但她的内心没有变。尽管他们扼杀她的作品，她还是会为他的命运歌唱。他的诗句会在人们的脑海中响起。虽然他们使他认不出自己，但他的诗句不会沉默。人们会记得她写的哀悼诗，会见证他的艺术以及历史对他犯下的罪行。这个不幸的国家谋杀了诗人。

所以她在厄运的重压下默默忍受，害怕每个人，不管是男人还是女

人，认识的还是不认识的。她还害怕任何新闻，任何新的宣言，害怕每一天，害怕有一天有人会宣布对她的判决。她喘不过气来，未来让她窒息。她看着他顺畅地呼吸，温顺地对待每个人、每件事。她的过去充满伤痕、悲痛，过去仍旧深深地刺痛她；而他的过去就像一个牧场，空荡荡的，只有一阵阵风吹过，他什么都看不到。

他脑后部闪烁着不断变换的图像，他的大脑皮层上像在播放一部平和的影片：场景在变换，故事在展开，生命在流逝，意识在流淌。形状与颜色，脸孔与地方，嘈杂声、音乐声、震颤声还像以前那样交织在一起，但是他抓不住它们，无法将它们纳入脑中，也不知道它们是什么意思。因为在他的脑前部有一个裂口，脑后部所有的影像都破碎了，脑的前后部分分裂开来了。

就像一个在树林中奔跑、追寻兔子的小孩，只顾着奔跑，除了找寻兔子，其他什么都不想。在树丛中穿梭，在岩石间跳跃，跑得太快了，没有停下来思考，忘了自己，只有各种知觉快速闪过。他的情况就跟奔跑的小孩一样，只是动作要慢一些，他在夜晚的田野中缓慢地搜索着什么。

注解

出于某种原因，这一章开头引用了俄国诗人和作家的作品。“要创造一个新世界，必须经过一些不和谐的、混乱的日子。就像吹笛子，要经过练习才能有美妙的笛声”，以及“兄弟们，让我们歌颂自由的黎明，这是伟大的、黑暗的时刻”，这些是奥西普·曼德尔施塔姆（Osip Mandelstam）[1]的诗句。曼德尔施塔姆死在前往斯大林劳改营的路上。没有关于他如何死亡的记录，关于他在逃跑过程中脑前部受伤的故事肯定是虚构的。另外一些引文来自曼德尔施塔姆的朋友——女诗人安娜·阿赫玛托娃（Anna Akhmatova）[2]的《安魂曲》（Requiem）。阿

赫玛托娃的第一任丈夫以含糊不清的罪名被处决，她的儿子被关押在古拉格集中营。文中黑体字部分的内容是受安德烈·普拉托诺夫（Andrei Platonov）[3]作品的启发，尤其是他的《基坑》（The Foundation Pit）。铁栅栏的图片（有所改动）来自保罗·阿图斯（Paul Artus）上传到网上的旅行纪录片。这一章的主题是：大面积的额叶受损会导致自我意识与思维能力的减弱，但意识仍然存在。必须说明的一点是：虽然额叶切除术在20世纪上半叶很普遍，但在苏联并不常见（在这里象征着为了压制批评，整个苏联民族都被切除了脑叶）。脑被刺穿的一个著名例子是菲尼亚斯·盖奇（Phineas Gage）的案例。盖奇是一个铁路工人，1848年在一次工作中，铁棍不经意中被炸飞，射穿他的脑前部。盖奇活了下来，但是他的性格和行为改变了很多，原本举止得体、有礼貌的他变得脾气暴躁。汉纳（Hanna）与安东尼奥·达马西奥在一篇文章中指出，铁棍很可能损坏了他额叶正中部位（文章发表在1994年的《科学》杂志）。另一个类似的例子是一个西班牙人。1937年西班牙内战时，他从窗户逃跑，被铁门上的一颗长钉刺穿头部（见马塔罗等人写的文章，发表于2001年的《神经学档案》杂志）。另一个额叶全面受损的例子是一个德国女人，马克维茨（Markowitsch）与凯斯勒（Kessler）在一篇文章中论述了这个例子（文章发表于2000年的《实验脑研究》杂志）。如今神经影像学证明：具有意识、但不具备自我意识的情况是存在的；在这种情况下，脑后部很活跃，但额叶没有反应（见戈德堡等人2006年发表于《神经元》杂志的文章）。第一幅画作是老彼得·勃鲁盖尔的《伊卡洛斯坠落的风景》（Landscape with the Fall of Icarus），现藏于布鲁塞尔的比利时皇家美术馆。第二幅画作是安东尼奥·科雷吉欧（Antonio Correggio）[4]的《宙斯与伊俄》（Zeus and Io），现藏于维也纳艺术史博物馆。宙斯想引诱仙女伊俄（在意大利语中“伊俄”是“我”的意思），为避免引起赫拉的愤怒，宙斯将伊俄变成一头母

牛。第三幅画作截取自老杨·勃鲁盖尔的《人间乐园》（The Earthly Paradise），现藏于卢浮宫。第四幅画像是卡拉瓦乔的《那耳喀索斯》（Narcissus），那耳喀索斯看着自己在水中的倒影，但是倒影的脸部不知怎么没有画出来。这幅画现藏于罗马巴贝里尼宫的国立古代艺术画廊。

[1] 奥西普·曼德尔施塔姆（1891—1938），俄国诗人、评论家，阿克梅派最著名的诗人之一。——译者注

[2] 安娜·阿赫玛托娃（1889—1966），俄国现代主义诗人。——译者注

[3] 安德烈·普拉托诺夫（1899—1951），俄国作家，其作品反映了对集体化与斯大林主义的怀疑。——译者注

[4] 安东尼奥·科雷吉欧（1489—1534），意大利文艺复兴时期画家，其画风影响了18 世纪的洛可可艺术。——译者注

第27章　黎明之二：意识的进化

动物也具有意识

动物是否跟我们一样，能看到亮光与黑暗？



驴子的头上套着辕杆，身体两侧挂着两麻袋煤，膝盖在重压下颤抖着。它在蹒跚前行，身后是黑乎乎的地道口，赶驴的男孩在前面提着一

盏灯，一步一晃的。

没人知道为什么这头驴子会在这儿。其实，骡子比驴子更强壮，整天受棍棒挨打都没事。但是这头名叫海德的驴子不一样，它的皮比皮革还坚硬，好像被活生生地鞣革过似的：用铁铲打它，它都不会退缩；只是有时候铁铲的刃部嵌进它的肉中，它会将脖子缩起来。

没有人记得海德是怎么来的。据说是原先在这儿的一头老母驴生了它。海德可能没有见过日光，出生的时候更加没看到了。它的眼睛没有用了，可能真的看不见东西。不管怎样，它不需要看到东西，因为它每天都走同一条黑乎乎的路。只是这些年这条路对它来说越来越长了，可能是因为地道挖得越来越深，也可能是因为它变懒了。它看起来确实很疲惫，活不了多久了。母驴死了后，尸体被扔到一个沟槽中，海德在槽边站了几个小时，不管人们怎么打它，它就是不动。也许海德在想：母驴死了，应该感觉不到痛苦了；即使被野兽撕扯，也不会有任何感觉了。也许海德希望自己很快也不再有任何感觉。



赶驴的男孩同情海德。它每天都背着袋子，从不生病，甚至不叫：

男孩怀疑它是不是哑的。有时候他用手动动挽具，看是不是太紧了。他抚摸着海德，好像它是他的兄弟。海德会转过头盯着他看，将脸贴近他，在他身上蹭着。但是如今他只能在没人看见的时候抚摸它了。人们都笑话他，叫他不要把驴宠坏了。他们说，驴并没有比他们这些基督徒更辛苦，它甚至不用担心没有食物吃。

海德快死了的那段日子，男孩尽力不让别人看到它。在爬一段陡坡的时候，海德忽然停下来：它弓着背，前腿在后退。麻袋从它的脖子上滑下来，男孩担心里面的煤会倒出来。他在海德耳边轻声说：你必须马上站起来，不然就会被他们发现了。但是海德的耳朵耷拉着，膝盖流着血，跪在地上。他想拉着它的脖子走，这时他们看到他，让他走开。男孩满脸都是煤灰，请求他们让他在矿井外面照顾海德，他不会让他们花费一点钱，还保证会让海德重新干活。

天色已晚，没人愿意去沟槽那儿照顾海德。因此，他们将男孩与驴一起绑在辕杆上。



他们出来时，太阳已经落山，草坪上的阴影在扩散。驴子慢慢走在男孩后面，背上没有鞍，眼睛一眨一眨的，好像愤怒得无法一直睁着。驴子的头左右摇晃着，男孩觉得它皮肤的颜色似乎变了。没多久他们就消失在树林后面，向牧场走去。

天色越来越暗，起风了。驴子忽然调转方向，男孩一惊，松开挽具。驴子向草地猛冲过去，男孩无法将它牵回来。驴子跑到远处，然后像个醉汉那样朝空中踢腿，发出男孩从未听到过的叫声。它似乎不再是

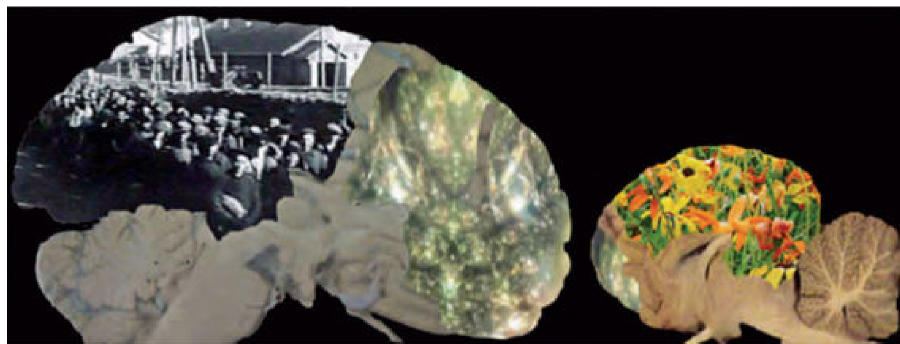
一头驴子，从它踢腿和跳跃的姿势来看，它像是一只鸟，像鸟一样轻盈。驴子似乎在朝天空、草地欢呼。它似乎在对自己的四肢说：你们还能跑，还能轻松地跳跃。它似乎希望呼吸夜晚的空气，以洗涤肺中的尘埃。它似乎兴奋地发狂了。

过了一会，留胡须的老人对伽利略说：“你已经见过一个人变成一头牛，也见过一头驴子变成一个人。他们之中谁的痛苦和快乐更强烈？他们在变形后不具备意识吗？他们是否假装有一个灵魂，其实只不过是生锈的机器而已？”



伽利略对此很肯定。没有理由否定由人变成牛的他具有和自己一样的意识。他可能认不出自己在镜中的影像，可能不会对自己的行为负责，可能不会撒谎、使诈，但是他的头脑中仍然存在经验。他只是切除了具有自我辨识功能的额叶部分。当我们从沉睡中刚醒来，或者睡眠不

足，甚至在梦中的时候，我们的反应都同那头牛一样，但是我们所具有的经验并没有消失，只是变简单了。既然人的脑后部不是受专横的前部控制，不是受命运的控制，而是自然演化的结果，就如同驴子与其他无数动物的脑一样，那么人与由人变的牛有什么区别呢？如果两者的行为和脑部都很相似，为什么两者的经验会不相似呢？也许动物与人的经验不完全相同：人的步伐僵硬，而豹子能敏捷地跳跃，海豚能在水中快速游动，蝙蝠能在角落里任意飞翔而不会被撞到，章鱼能自由灵巧地滑行。但是动物与人都具有经验。难道驴子自由的舞蹈不是舞蹈吗，难道它的快乐比我们少吗？



“确实如此。”老人说，“动物的脸部表情泄露了内心的情感，这点跟我们人类一样。而且，我们人类羡慕的情感，在动物身上表现为内心的挣扎；我们嫉妒的情感，在动物身上表现为为争取配偶而进行的公开打斗；我们对艺术的爱好，在动物身上表现为一个黑猩猩静静地观赏落日。”

“告诉我。”老人继续说，“我们会为压死一只蚂蚁而泪流满面吗？蚂蚁感到的痛苦和主人被绣花机的针扎到而感到的痛苦一样强烈吗？我们怎么才能知道呢？”

伽利略在思考，他想起了被他和弗里克叫醒的那个法国人，然后他做了如下回答：“如果你连续两个晚上没睡觉，你会支撑不住，进入最深

沉的睡眠。然后我很没礼貌地强迫你起来，问你的意识里是否有什么影像或想法，你会怎么回答？”

老人说：“很多次我从熟睡中醒来，我的脑子里什么都没有，好像死了似的。在无梦的睡眠中，没有意识存在。”

伽利略说：也许不是这样的。也许在睡着时仍然有一点意识，只是这点意识太微弱，没被注意到。也许在你睡着时，脑子能判断的可能状态减少，比清醒的蚂蚁多不了多少。睡眠中人的Φ值比清醒时要低很多，但不是零。

老人说：“就像最冷的时候，空气的温度也不是真的到达零度，然而所有的生命都被冻住了。”

注解

史蒂芬·克莱恩（Stephen Crane）[1]于1894年发表在《麦克鲁尔杂志》上的小说《在矿井深处》（In the Depths of a Coal Mine），描述了在矿井中的一头骡子的狂喜。乔万尼·维尔加（Giovanni Verga）[2]在《红发恶魔》（Rosso Malpelo，1878）中对矿井中的男孩与驴子的困境的描述让人记忆深刻。第一幅驴子的画像是约翰·格奥尔格·格雷姆（Johann Georg Grimm）[3]的作品，由阿姆斯特丹的格雷姆协会提供。黑白照片来自罗伯特·布列松（Robert Bresson）导演的电影《驴子巴勒达扎》。第二幅驴子画像是蒂诺·瓦格李瑞（Tino Vaglieri）的作品，现藏于意大利瓦雷泽的博迪尼市民博物馆。在空中的驴子和其他动物的画像是弗朗西斯科·戈雅（Francisco Goya）[4]的版画组画《狂想曲》（Capriccio）中的一幅，现藏于法国阿让美术博物馆。最后一幅图片展示了人脑与马科动物的脑的大小对比。安东尼奥·达马西奥在《感受发生的一切》一书中指出，原始的自我感与身体密切关联，是动物与人

产生意识最原始的基础。这两章中的驴子以及由人所变的牛显然具有这种原始自我。动物缺乏的是会思考的自我，人类也可能会失去这个自我，但这个自我不是具有意识的必要条件。

[1] 史蒂芬·克莱恩（1871—1900），美国作家，作品具有现实主义、自然主义、印象主义风格，代表作是《红色英勇勋章》。——译者注

[2] 乔万尼·维尔加（1840—1922），意大利现实主义作家，其作品主要描述家乡西西里岛的生活。——译者注

[3] 约翰·格奥尔格·格雷姆（1846—1887），德国画家。——译者注

[4] 弗朗西斯科·戈雅（1746—1828），西班牙浪漫主义画派画家。——译者注

第28章　黎明之三：意识的发展

人即使在出生前都具有一定程度的意识

在天堂，没有人会在两者中做评判：应该放弃一个生命，还是应该保留一个不想要的生命。教皇的医生在休息：缩成一团，头垂到胸部。旁边的手术台上躺着一个女孩，四肢大张，身上盖着一件紫色披风，呼吸的时候肚子微微颤抖。地板上放着一个盆，盆里是满的；还有一把弄脏了的钳子。

伽利略说：医生，我们之间没什么好隐瞒的，因为我们有很多东西可以一起分享。这个人犯了什么罪，虚伪还是谋杀？虽然我不够专业，但在我看来，这个女孩会活下来，而且可能会受益于目前所失去的东西，她会感谢你的。



医生发现事情被看穿了，就抬起头说：“我的朋友，当然不是的。我要解释一下我的处境，虽然我不能为自己辩护。我并不想做这件事，但我这么做是出于更深远的考虑。如果让人类的软弱种下的每一颗种子都发芽、成熟，那么它结出的果子会发出腐烂的气味，让教堂中最鲜艳的花朵凋零。那些虔诚的年轻教徒会从中得到什么经验教训呢？他们的信仰会因为这个未成形的血块而产生动摇。所以我必须这么做，用我灵巧的双手做这件事，我的手沾上了血，但我是经过慎重考虑才做的。”

伽利略问：既然如此，为什么你一副心事重重的样子呢？做手术的时候，胎儿已经超过40天了吗？



“我知道你在讽刺我。”医生说，“因为我主张，怀孕的瞬间灵魂就产生了。后来这个观点成了教会的一项教义。我为科学的权威及逻辑辩护，证明了身体与脑是同时形成的。我认为，以女子怀孕40天或80天为界限决定是否可以流产的做法太主观，极其不合适。我还认为，选择任意一个日子作为理性的灵魂的出生日的做法是非理性的、不合逻辑的。但是，我的朋友，如果这个生命本身就是不合逻辑的，为什么还要担心这么做是否符合教义？”

伽利略说：这么说你不相信一个诗人对伟大的哲学家说的话：

对真理敞开心扉吧。

要知道，胎儿时期的脑是完美的。

对大自然这一伟大的艺术，

上帝感到无比欣喜。

于是将一种充满美德的新的精神

注入脑中，产生了灵魂。

这个灵魂会感觉，会思考。

伽利略继续说：这就是我看过的诗句。新生命必定在某个时刻产生，很可能是在受精的那一刻。植物也有生命，夺去植物的生命并不是罪过。必定在某个时刻，感觉开始形成，即便如此，我们也没比动物高级，因为动物也有感觉，不管是在出生前还是出生后。最后，在某个时刻，理性开始发出光芒，通过理性了解世界并发现自我。理性产生的时刻就是灵魂诞生的时刻。我不知道这个时刻是在胎儿40天的时候，还是在婴儿开始说话的时候，又或者是在婴儿18个月大，开始认出自己在镜中的映像的时候。

“我的朋友，不是这样的。”医生说，“就像哲学家思考时间悖论问题时感到困惑：每个时刻都可以被分成一连串的瞬间，每个时刻都是无限漫长的。同样，我也感到困惑，面前的一团血块让我困惑，这团血块似乎在不知不觉中成长，形成人类的灵魂。”

医生接着说：“我很清楚，我杀死的这团血块只是一团血块而已，这团血块跟我从教皇额头上切除的疣一样，是没有灵魂的。我同样清楚，这不算真正的谋杀，通过这一行为我也许挽救了一个真正的生命。然而，这团血块本来可以长成一个男婴或女婴，有一天这个婴孩可能会成为教皇。既然这团血块已经干了，就像干涸的河床，它就不会再有生命，不会有感觉，不会有记忆，不会付出也不会得到，甚至连一个名字都没有。”

伽利略说：没有出生的生命有很多可能性，就像滑坡，它的坡面可

以向前倾斜，也可以向后倾斜。如果在受精之后，生命就开始延续，那么在受精之前生命就已经存在了。这样的话，不射精就是一种致命的罪过。接着伽利略笑着补充道，将这点告诉教堂里制定教义的会众，让他们知道节欲使我们大家都成了谋杀犯。

“我的朋友，不是这样的。”医生说，“受精之前，没有新的生命产生。受精后才产生新生命，这个生命拥有人类明显的特征，具有一个独特个体的重要特性。我亲眼见过：我见过人体胚胎发育初期的样子，胚胎会慢慢长成一个完整的人。”

伽利略说：我不跟你争论有关精液的话题。弗里克曾告诉过我，可以用人的一根毛发培育出一个双胞胎兄弟姐妹。因此，每次刮脸都会杀死自己数以百万计的兄弟。未来的教义中会把这一点写进去的。然而胚胎不是完整的人，它只是一束捆在一起的指令。虽然建筑师的胳膊下夹着一幅画好的大教堂的蓝图，但是这不代表教堂已经存在了。教堂只有在建好后才存在，是教众可以进出的教堂，不是画在图纸上的教堂。记住，生命是这样形成的。最初的胚胎只是一个弯曲的神经管，经过膨胀、变厚，长出眼睛，像从掌心伸出的两根指头。接着分裂为几个胚层，胚胎体内的细胞成倍增长、移动，分散开来。然后胚胎开始活动，开始只是笨拙地动一下，没有什么目的；后来似乎一心要形成生命，无数神经细胞开始运作，有时活跃，有时安静。这些神经细胞逐渐具备各种功能。



医生说：“我自愧不如，我不知道切西亲王创立的研究院的工作已经进展到这种地步了。但是你自己是怎么想的呢？”

伽利略说：我只知道，沉睡的人类胚胎所具备的意识比那头得到自由的、可怜的老驴还要少。最初，胚胎的意识（Φ值）比一只苍蝇的意

识还要少。其感受质的形状还未形成，比未成形的身体的情况还要糟：只是毫无特征的一块，不具备视觉、听觉、嗅觉的形状。所以它几乎没有痛苦及其他任何感觉，更不会有自我意识。什么时候才具有意识呢？只要是有生命，哪怕只是瞬间的生命，就代表有意识吗？还是需要具备下面的条件：会叫喊，或会走路，或会说话，或会思考，或会提问，或有记忆，或有一天提出疑问——自己是怎么来的，或想弄明白出生算不算一件好事情？较公平一些的观点是：只需要能感受（甚至是最微弱的感觉）就被认为是具备意识。

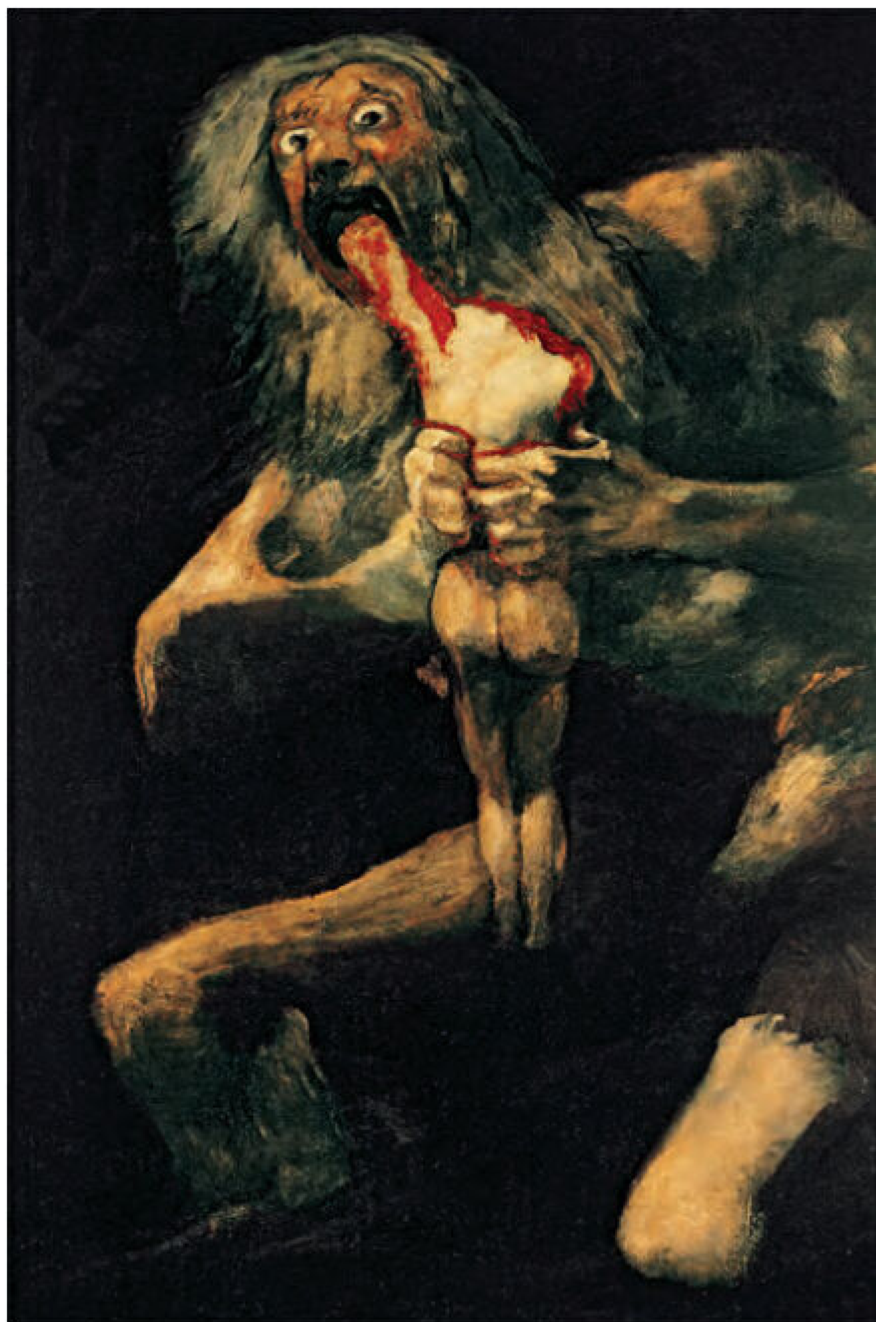
伽利略继续说：我不知道正在发育的脑何时产生意识。是不是早在出生前就不知不觉产生了，刚开始没注意到，就像大楼内一个黑暗角落里点燃的蜡烛？然后慢慢地，烛光照亮了每个房间，最后照亮大厅？我不知道。但是这亮光不是随着生命的产生而发出光芒的，而是随着意识的产生而闪耀的。

医生摇了摇头，说，“即便是有了感受才产生意识，不是有了生命才产生意识，那到底要有多少感受才能出现意识呢？最少量是多少？受精的时候，胚胎可能也是有感受的，你怎么才能知道它有多少感受？我们只能看到它的动作，却无法知道它的感受。如果它一直在睡梦中怎么办呢？”



伽利略回答：亲爱的医生，你自己知道，一个生命的行为可以透露出它的感受。各种不同行为或言语构成一个丰富的内在世界；迟钝的植物很乏味，吠叫似的声音是空洞的。我们不能绝对相信一种判断，但要测量脑的意识又不得不做出判断。如果你问我，只要杀了具有一点点意

识的生命就足以被判定是谋杀，那么我会说，你今天晚餐时吃掉的生命比你刚才在手术台上杀死的生命具有更多的意识。



医生说："也许吧。人的一点点意识都和驴子的欢乐一样珍贵。意识

是被神圣火花点燃的唯一亮光。所以我们应该尊重人的生命，不管生命处于哪个阶段。”

伽利略说：不管点燃人类意识的火花是不是更神圣，尊重的情感都不会自发产生，而是出于责任，经过思考产生的。亲爱的医生，我孩子的母亲并不是我的妻子。如果出于谨慎考虑，我就不应该让孩子出生。但是这种想法跟下面的想法比起来显得一点不重要：不管他们的出生是否合法，我们都应该保证他们的生命自然降生；一旦这样决定了，那么不管他们是好是坏，我们都要接受他们。因为我们是人，懂得理解，懂得判断以及做决定，我们尊重任何理性的东西。

医生说：“做到这点并不容易。理性告诉我们应该尊重的东西会随着时代、传统、对世界的认识的变化而变化。所以我们尊重的东西不是绝对的。”

伽利略说：做出评判从来都不容易。但这种看问题的视角包含了某种智慧。就像我们尊重一个没头脑的老人或比我们简单的动物，我们也要尊重一个正在发育的胚胎。但是我们更要尊重由胚胎发育而成的人：我们使他具备生命与意识，希望有一天他会同意我们当初的选择。如果他的出生会给他或生他的人带来巨大的痛苦，那么我们当初无知的决定就是不负责任的。

“伽利略，也许你说得对。”医生又垂下头，说，“我该怎么做？我又做过什么？我们应该以什么指导行为？是法规，还是道德准则，还是科学真理？”

注解

第一幅画作是埃贡·席勒（Egon Schiele）[1]的《怀孕的女人与死亡》（Pregnant Woman and Death），现藏于布拉格国家美术馆。保

罗·查克其亚（Paolo Zacchia，1584——1659）是两任教皇的私人医生，罗马圣轮法院的法律顾问，以及教皇国的健康指导师。他在其最重要的著作《法医学问题》中提出法医学这一名称，并对这一学科做了界定。另一方面，没有证据表明查克其亚曾为人做过流产手术。在讨论小脑那一章，我们已经遇见过教皇的医生。在那一章中，他为画家普桑做诊断。这一章引用的诗句源自朗费罗（Longfellow）[2]英译的但丁《神曲·炼狱》第25节。老鼠早期胚胎的神经管图片来自K.-K.Cheung等人于2008年发表在《BMC发育生物学》杂志上的文章。切西亲王是世界上第一个科学院——林琴学院（又译作山猫学院）的创始人，伽利略是林琴学院的成员。画像《牛的尸骸》（The Carcass of an Ox）是伦勃朗·哈尔曼松·凡·莱因的作品，现藏于苏格兰格拉斯哥的凯文葛罗夫艺术博物馆。画像《农神吞噬其子》（Saturn Devouring One of His Children）是弗朗西斯科·戈雅的作品，现藏于马德里普拉多博物馆。

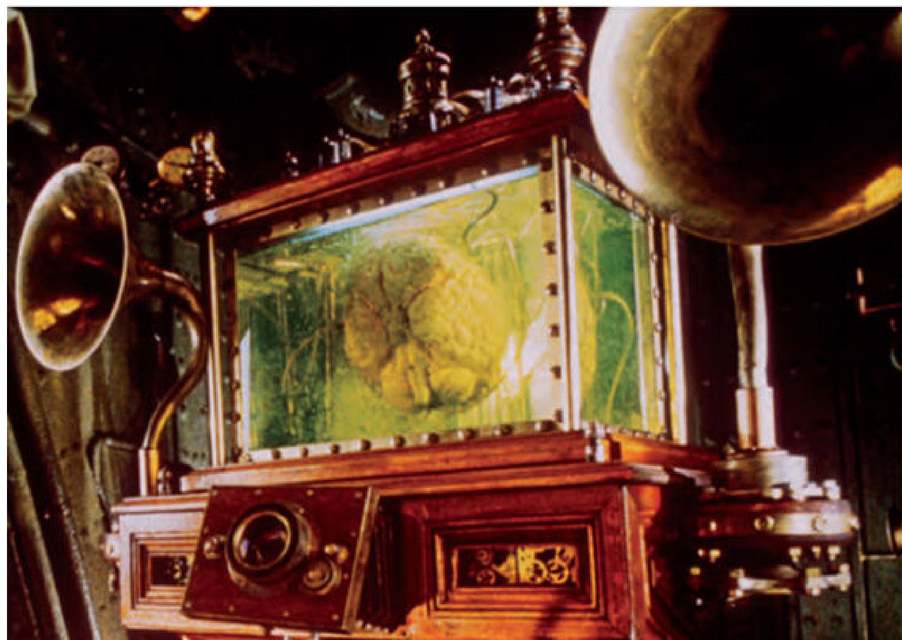
[1]　埃贡·席勒（1890—1918），奥地利画家，20世纪初期重要的表现主义画家。——译者注

[2] 朗费罗（1807—1882），美国诗人、翻译家。——译者注

第29章　白昼之一：探索意识

研究自然可以发现新的感受质

公寓门的上方挂着一个铜质喇叭，从喇叭管口传来一个男人的声音：“为什么人要离开自己的住所，去寻找天堂和地狱？我喜欢那些用语言将所见、所闻、所感记录下来的人，他们将过去和现在的时间定格在白纸上。他们就像摄影师，拍录下生活的每个瞬间，探索心灵的最深处，完美地记录人生的历程：童年很纯真，像生活在天堂里；随着智慧的增长，纯真消失了；最后，纯真经过记忆这座炼狱的提炼。”



喇叭中的声音继续说道：“有人告诉我，有一位画家能够用画笔和油彩完成我用笔墨正在做的事情，画家在一个没有窗户的房间里源源不断地创造出各种画像。所以，在我的训练场——床上，我要求自己每分钟都想出一个新的句子。塞莱斯特坐在席子上读我写的东西，然后将其从门底下传送出去。每时每刻我都会给你新的体验：每个句子都会在你的

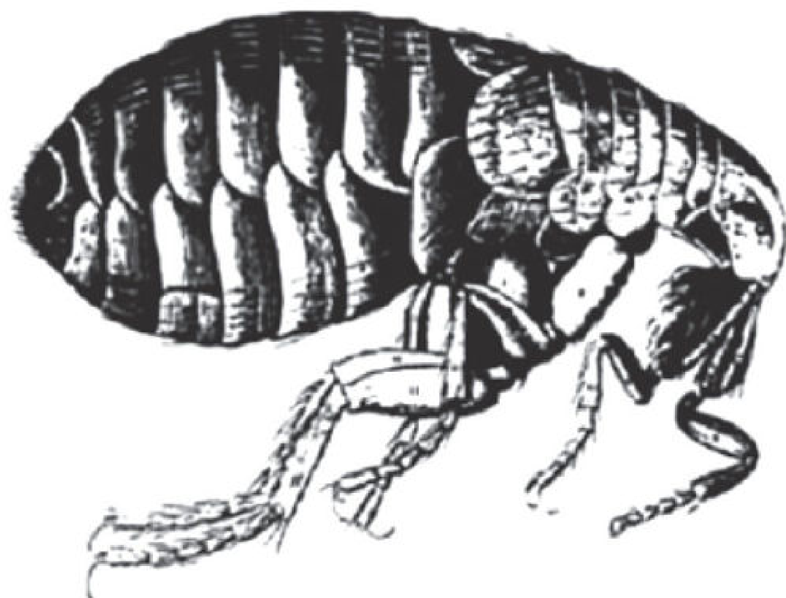
脑海中唤起一幅画面。我写得很快，比你疲倦的眼睛阅读的速度快，我写的东西存在的时间比你的生命更持久。因为生命只有在记忆中重温，在想象中重演，在最尖锐的思想中展开，才算真正活过。”公寓门边的金属牌上刻着一个名字：M·P。



伽利略站在楼梯平台上，不知道这声音在对谁说话。他还来不及开口问，对面公寓的门忽然打开，冲出一个人，似乎准备将刚刚发出声音的喇叭打破，或者准备冲进邻居家里去。但是他看到伽利略，停下来，自我介绍道：“我是欧内斯特·亨利爵士。从这个该死的喇叭中传出的那些令人窒息的话纯粹是废话。不管意识有多丰富、多神奇，他不过是一个探寻意识世界的可悲的乞丐，尽说些陈词滥调，破坏安静的氛围。他说自己是个伟大的作家！是的，他是一个作家，只会描写一只虱子笑起来是何样子，它咬别人是有意的还是无意的；或者描写他房间里绣花窗帘上的洞，记录下他思考的过程，直到他和他那个陈腐的自我在满是灰尘的房间里喘不过气来。让我踢破他的门，让南极的风吹醒他，将他的

作品封冻起来，轻轻一个喷嚏就能将他的书吹得支离破碎。”

“啊，对门的家伙醒了。”门上的铜喇叭发出声音，“欧内斯特爵士，我发现你在学我写作的方式说话。我告诉过你很多次，发现之旅不是寻找新的景色，而是拥有新的视角。如果把地球比作一块蛋糕，南极是蛋糕上冰冻的那部分。但是请注意：蛋糕的香味是在这个房间烤出来的。”



“你怎么敢跟我讲发现！对新大陆的探索使我们的身体弯曲地如同风雨中的白桦树，但是我们看到了从来没人见过的景色。你能做什么？你这个整天窝在床上的拾荒者，只知道记录生活中的流言蜚语和各种垃圾。你是无聊的别名吗？你终身都在收集逝去的时光吗？”这个探险家说完转身朝自己屋子走去。

“欧内斯特爵士，别走。”喇叭中的声音说，“如果你不让我把你写进我的书中，你和你的探险船将很快漂走，然后消失。经验之河流得太快，漩涡很快消失在黑暗中，除非有人遏制住流水，记录下它流动的过

程。思想的河流盘旋上升，消失在空中，除非能将它抓住（用捕捉蝴蝶的网），并将它具体化，这样才能将思想保存下来。一个动作很快就会消失，需要用文字将其记录下来，文字如同生命般重要。欧内斯特爵士，你寻找新的冰封的大陆，也许是为了保存记忆，但是你的探索没有希望：你不能回想起一位女士的穿着打扮，她泡的茶的香味消散了，她眨眼时的神情不再出现，她已经归于尘土，无法复活了。当冰冷的风吹散了时代的气息，甚至一个时代都会消失。”

“这就是文学对你的影响。”欧内斯特嘟哝着，然后看着伽利略说，“作家的命运被封锁在他的书本中，被由发音、音节、句子所形成的语言的囚牢束缚住了。但是一种经验比100万个词汇所表达的内容还要丰富。如果让我拿着香槟，戴上单片眼镜，说上一个小时寒暄的话语——哪怕只是一个小时，我都会变成一具木乃伊，浑身发痒，无法忍受。这样一来，我唯一能做的就是搔痒。”

“我觉察到你有些轻率，轻率是深刻的敌人。”喇叭里的声音说，“欧内斯特爵士，让我为你搔痒吧。每个生命阶段的任何一种经验都蕴含着一个完整的世界：黑暗孕育着无数景象；转动万花筒，其中有一面是黑色的。所有新的陆地，所有尚未被发现的山脉，所有天上或地上、比我们大很多或小很多的事物，都已经存在于意识之中。欧内斯特爵士，所有的南极照片早在你看到并拍下来之前就已经存在意识中了，我们所看到的都是已经储存在意识中的东西。记忆是凝视过去的想象，想象是展望未来的记忆。世界就像一个好奇的小孩，一页页翻着我们的相册，指指这指指那：我们的快乐就是发现我们拥有的东西，我们的悲伤在于我们不可能什么都知道。你发现的那片冰冻的景色并不比我对一位女士笑容的描绘更珍贵。事实上，我宁愿强吻一下这位女士温暖的双唇，也不愿大步走在那个企鹅生活的寒冷的陆地上。”



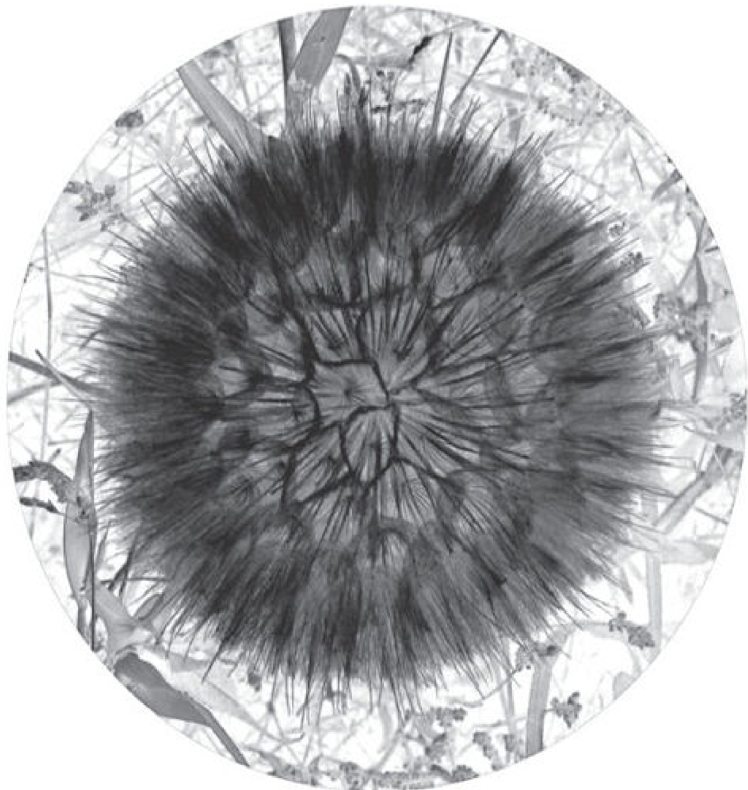
在探险家说话之前，伽利略插入道：也许喇叭里说的是对的。分析一个简单的表情与驾驶船发现新大陆需要同样丰富的意识。但是没有什么可以与不断涌入的新景象相媲美：我日复一日，年复一年地看着同一个天空，只是每次观看的角度稍有不同。我本来可以悠闲地度过余生，或者像一个农民，静静地观望四季更替，欣赏春天的天空、田野里含苞

待放的花朵、怡然自得行走的牛。但是当我从望远镜中观看天空时，新的景象出现了，我看到了从未见过的东西。我站到了意识的高处，比以前任何时候都要高。

“我也是如此。”一个留着胡子的老人走上楼梯，说，“我在年轻的时候无所畏惧，每天都收集各类物种的标本。如果大自然的所有景象只是经验的一部分，那么经验这座宝库中珍藏着多少宝物？对每一个物种的外观、每一个个体、每一个行为、每一个行为结果的描述可能都属于意识的内容；除了这些已经存在的，还有更多想象的画面从来没有存在过，将来也不会存在，这些也属于意识的内容。尽管如此，当我们最终了解自然，就会看到真实的自然。拓荒者会发现新的景色，他的目光将越过高耸的山峰上翠绿的树冠，注视着后代繁衍不息。”



休息了一会，他接着说：“但是，欧内斯特爵士，不要对喇叭里说话的那个人太苛刻，因为伏案工作也是一种探险。你可以发现更多大自然的景色，也可以发现更多东西：泥土和石头的结构、美妙的几何学、骨头和羽毛的独特构造、所有生命的复杂结构、其他物种的脑的活动、喷射的精液、细胞的活动、过去的回忆以及充满各种经验的现实生活。大自然中最小的部分也是一个完整的整体。”



“今天这儿怎么这么多人，讨论得这么激烈。”一个人穿着一身雅致的常礼服，从楼梯上走下来，说，“先生们，你们知道是什么促使我们这些男人固执地去探险吗？因为我们在追求同样的东西！”他站在门阶上，看着探险家说：“欧内斯特爵士，你在逃离什么？逃离你母亲的裙摆吗？裙摆下面很黑。就像一只候鸟，宁愿长途跋涉，飞越大海，也不要一个安逸的小窝。它认为责任是囚牢，只有在广阔的天空飞翔，它才感到自由；它一直在飞，认为自己不会被捕获；它想逃离平凡的生活，逃离家庭生活。你就像候鸟一样，渴望在一片从未有人踏足的土地上自由呼吸。然而，终生在海上漂泊的信天翁与终日在洞穴中生活的鼹鼠在本质上是一样的。”

喇叭里传出声音：“啊，无与伦比的F博士来了。现在轮到他讲了，

我们的灵魂都将赤裸裸地暴露在他面前。”

“是的。”博士说，“M·P今天早上感觉如何？这只有学问的鼹鼠也学会逃避，只是他是逃向心灵深处。”博士面向其他人，继续说：“我这样告诉他：你太害怕，以至于不能逃离母亲的裙摆，而是向内心探寻，找到一个安全的隐蔽所，在角落里缓慢爬行，倾听她平静的心跳，就像你还没有记忆的时候那样。”博士转向伽利略，说：“看看这两个人，M·P与欧内斯特爵士，一个转向外面的世界，一个转向内在的世界，两个人都在寻找一条出路。因为他们两个人都害怕真实。什么是真实？是远处地平线上那座你曾经踏足的不知名的山峰？还是那稍纵即逝的灿烂的笑容，笑容里透露出没有说出的信息，也许还有没有感觉到的信息？已经发生的事实是有意识的吗？这些事实备受关注，意思清楚，动机明确，可以通过理性来分析。本来会发生却没有发生的事情是无意识的吗？这些事情隐藏在后，意思模棱两可，不止一个动机，而且动机是不明确的、非理性的。”

“你们看，这是一位怎样的博士啊？”欧内斯特爵士大声说道，“反正不是我喜欢带上船的那种人。问他问题，你会发现他实质上也是一个探险家，可能还是个征服者。”

“欧内斯特爵士为自己的成绩感到骄傲，他确实有充足的理由感到骄傲。”博士笑着说，“他将我们看作篡夺者，觊觎他的成就，因而他不能保持镇定。所以说，他的性格并不冷静。”接着他对伽利略和留胡子的人恭恭敬敬地鞠了一躬，说：“我很高兴与那些探索真理的科学家在一起。不是我自负，有人认为我也是一个大胆的探险家。我也发现了新大陆，比哥伦布发现的大陆还广阔、丰富（欧内斯特爵士的成就不在其列）。而且，我发现的大陆像亚特兰蒂斯岛（Atlantis）[1]那样沉没在水底。”

博士接着说：“至于M·P，他喜欢炫耀自己敏锐的洞察力，但他所做的都很肤浅，只是描述社会风俗的每个细节。他没有察觉到深藏的、可以解释任何复杂思想的动因。而我能揭示那些唤起无意识自我的模糊的冲动，阐明某些知识（之前我们对此一无所知），解释头脑中各种新想法，消除潜藏在记忆深处的不确定性。我行驶的船只到达的地方比欧内斯特爵士到的地方更危险：我探索的是心理的奥秘。”

听到这里，欧内斯特爵士再也忍不住发笑了，说道：“博士，你讲得太棒了，石头都要被你说得动了心，变成皈依者了。你不仅是最伟大的探险家，还是一位令人赞叹的科学家！我同意你的说法：当然，科学也关注裙摆（指细节），尤其是大自然母亲的裙摆。因此，你对裙摆以及裙摆底下的东西的迷恋可能是件好事情。但是说到如此崇高的一个话题，你怎么确定你说的是科学而不是想象？”

“科学就是经过现实调和的想象。”F博士说，好像他受到审判似的。

“亲爱的博士，我无意冒犯你。”欧内斯特爵士说，“是现实由过多的因素决定，还是现实被过度诠释了？先不要管现实。你有没有想过，其实你和M·P很像？你们都很会写作，都迷恋女性化的东西。虽然我很讨厌我这位邻居在喇叭里嚷嚷，但是我必须说，可怜的M·P是一位比你更优秀的科学家。他可能是一个有哮喘病的讨厌家伙，可能沉迷于对细枝末节与社会地位的描述，但至少他坚持事实。医生，你的故事恐怕属于下一章。也许你能写出更好的小说。”

“好吧，骄傲的航海家。”F博士说，“我感受到了你的嫉妒。在你年轻的时候，你害怕母亲房子里封闭的空间，所以来到花园寻找隐藏的宝物，但你没有找到。M·P的目标很高尚，但他充其量只是展现了闺房中的秘密游戏，或者客厅里那些人扭曲的思想。你们两个人都没有走到地

下室，阐明真实的基础。心灵深处的王国就像一个储藏室，藏着所有的玩具，所有的抱负，这些抱负经过理性的思考为我们指明未来的道路；储藏室里还收藏着我们曾经扔掉的衣服，这些衣服留有我们过去的印记，曾经紧贴在我们的皮肤上，散发出我们身上的香味；还藏着我们尽情享受过的食物，我们的呼吸中还残留着食物的气味，喝再多的水也去除不了这种气味。在我解释这些之前，还没有人读过我的故事中最长的那一章，那一章写的是关于生命的故事。”

“说得好，博士。”喇叭里又传来声音，“这很好，我们都是探险家：一只老鼠永远不会离开它待的角落，永远不敢去冒险，你说呢？人的能力就像一本永远看不完的书，一本很长的小说。有些人只读了开头几页，或者最后几页，然后就撒谎说自己读完了整本书，知道生活是怎样的。你会是这样的人吗？”

这时，从楼上传来一个女人的声音，声音在他们的脑海中飘荡，最后慢慢消失，归于寂静：“意义的根本在于内在差异。”

伽利略想：是谁在说话？每种经验的内在差异使其与其他经验不同。内在差异指的是感受质的形状。他记得亮光宫殿——由不可简化的机制规定的闪亮的星座，还记得那些透镜。伽利略想：意识的任何一种感受质都有一个潜在的机制，都存在差别，这才使得一种感受质与其他感受质不同。内在差异就是内在意义。

但是她在跟谁说感受质的空间？他快速爬上楼梯，从门上的窥孔中，只看到一个脸色苍白的女士。



注解

终于到了白昼。但是这一章几乎没有任何行动，只有五个白人聚集在巴黎某幢公寓楼的楼梯井。这五个人分别是：马塞尔·普鲁斯特（Marcel Proust）[2]、欧内斯特·沙克尔顿（Ernest Shackleton）[3]、西格蒙德·弗洛伊德（Sigmund Freud）[4]，当然还有伽利略和达尔文。他们都坚持认为自己是探险家，都夸口说自己有某一重大发现，都以自命不凡的语气做了长篇大论。不管他们如何信誓旦旦地说自己做出的贡献

有多重要，我们很快就明白：发现之路有很多种——发现新大陆、新概念、新规律，所有这些发现都使我们更富有。在这一章的结尾，埃米莉·狄金森（照片用银版摄影术拍摄）说了一句话——意义的根本在于内在差异，从而结束了他们的争论。这说明，诗人（或女人）对什么是真实的直觉比科学家（或男人）更敏锐。狄金森提醒这些探险家，如果他们的发现能够影响人的意识，扩充感受质的内涵，完善感受质的概念与特性，那么他们的发现就是重要的。换一种说法，探索自然最终意味着发现意识的形状。当狄金森描述那些形状的时候，她和他们一样，知道自己在说什么。

装在一个大缸中的脑的照片来自马克·卡罗（Marc Caro）和让·皮埃尔·热内（Jean-Pierre Jeunet）导演的电影《童梦失魂夜》（The City of Lost Children，1995）。有几位哲学家考虑过“缸中之脑”的思想实验：如希拉里·普特南（Hilary Putnam）在其著作《理性、真理与历史》（Reason，Truth，and History，1981）中有过论述；笛卡尔在《第一哲学沉思录》（Meditations of First Philosophy，1641）中提过类似的思想实验，只是没有设想将脑放入缸中。图片中的楼梯井位于美国加州大学洛杉矶分校南校区的分子生物学大楼内，图片由辛迪·莫司克达（Cindy Mosqueda）提供。“发现之旅不是寻找新的景色”引自普鲁斯特的《追忆似水年华》。沙克尔顿带领的船只“坚忍号”在去南极途中被冰冻住的照片现存于巴黎的保罗·埃米尔·维克多基金会。跳蚤的图画来自罗伯特·胡克（Robert Hooke）[5]的著作《显微图谱》（Micrographia，1665）。画像《雾海上的流浪者》（The Wanderer Above the Sea of Fog）是卡斯帕·大卫·弗里德里希（Caspar David Friedrich）[6]的作品，现藏于德国汉堡艺术馆。这幅画可能是要表现一位站在高峰的探险者透过一片雾气眺望远景；可能雾气代表升华（将气体转变为固体，反之亦然）。升华是弗洛伊德心理防御机制的灵感来源。根据弗洛伊德的心理

防御机制，原始冲动（如骄傲）会转变为对更高尚的东西的追求，如追求艺术或科学。

[1] 传说中沉没于大西洋的岛屿，最初在柏拉图的《对话录》中被提到，据称亚特兰蒂斯岛在公元前一万年左右被史前大洪水毁灭。——译者注

[2] 马塞尔·普鲁斯特（1871—1922），法国意识流小说家、评论家，代表作是《追忆似水年华》。——译者注

[3] 欧内斯特·沙克尔顿（1874—1922），爱尔兰人，南极探险家。——译者注

[4] 西格蒙德·弗洛伊德（1856—1939），奥地利神经病学家，心理分析学的创始人。——译者注

[5] 罗伯特·胡克（1635—1703），英国自然哲学家、建筑家、博学家。——译者注

[6] 卡斯帕·大卫·弗里德里希（1774—1840），德国浪漫主义风景画家。——译者注

第30章　白昼之二：想象意识

艺术与想象能够创造新的形状

我应该唤起人们对各种形状的记忆，

想象未完成的事物的形状。

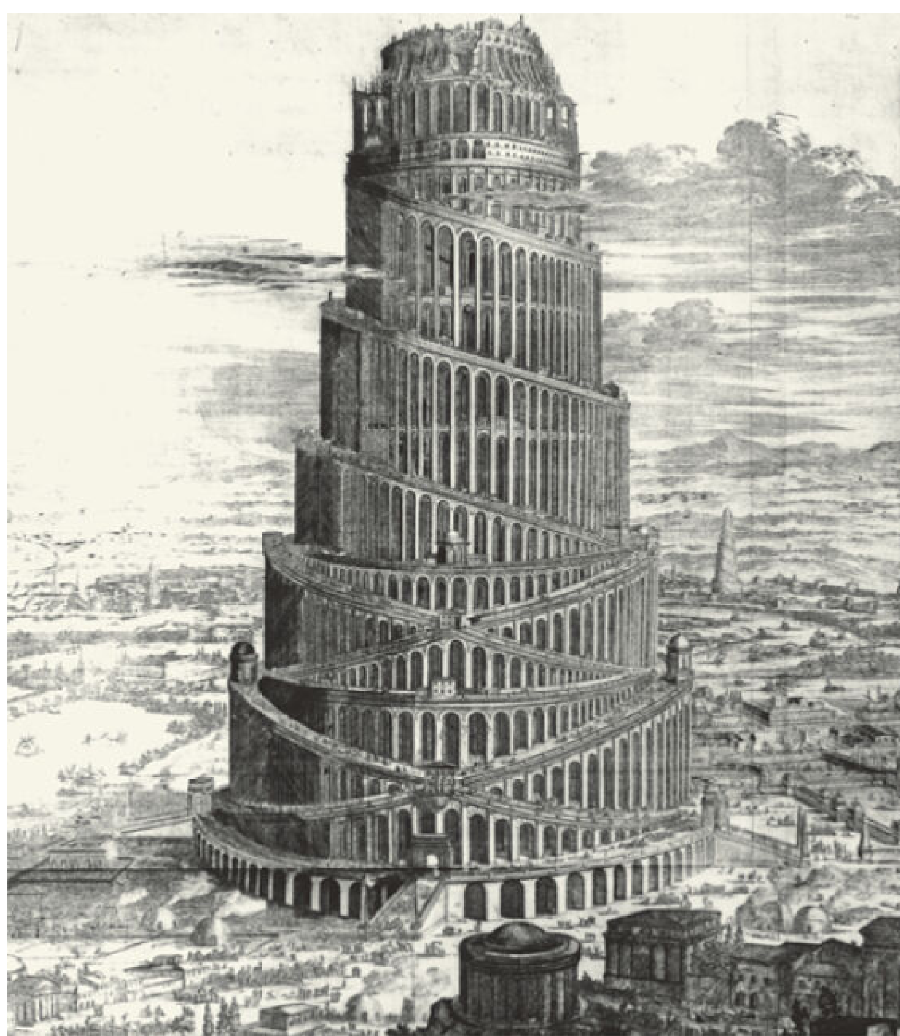
举一面神奇的镜子照着梦境，

优美的曲线在笔端流淌，

展现错综复杂的思想。

“恐怕只是低劣的模仿。”一个戴墨镜的男人，一只手摸着墙，另一只手挥舞着手杖，说道，“请见谅。词汇像两条河流涌入我的脑子，一条是记忆之河，一条是想象之河，两条河流从同一个深不可测的源头涌出。我叫西格那·波吉亚，是一个图书管理员。我识字不多，我的工作是为这个地区美术馆收集作品。跟我来，如果你眼光够敏锐，就会发现，即便是这么小的美术馆，也收藏了几乎所有的画像。不仅包括已知的画像，还包括所有可能被构思出来的画像；不仅有模仿现实的画像，还有根据想象而作的画像。至少将来有一天，这个美术馆会拥有这么多画像（但很多人说这是不可能的）。有人说每个房间只挂一幅画像是严重的错误。但这是传统，因为如果墙上挂两幅画，看上去就像是一幅比较大的、由两幅画拼成的画。一个较偏远的房间里就挂着这样一幅由两幅画拼成的、让人困惑的画，还有人做了这幅画的复本。实际上，有关这方面的规定是很明确的。例如，观赏画像要在规定的距离内：地板上清楚地划着一条线，要站在线的外面观看。因为只要视线发生一点变化，看到的画就会有所不同，尽管只是有一点不同，但这幅画就不再是原来的

样子了。而且必须站在画像前屏息凝神地观看。这项规定很严格，不是因为观看的人太多的缘故（房间很多，一个房间通常只有一个观赏者），而是因为如果你专注地看很久，你会看到画像消失了，被另一幅新的画像取代。据说一位老建筑师想出了这个聪明的计策，目的是为了保护美术馆免于灾难。在一定时间内，每面墙上挂一幅指定的画像，过了一阵子，换一幅画，从不重复。所以，如果你有足够的耐心等待，你就会在一面墙上看到馆中所有的收藏（尽管没有一个人有足够的耐心，等到一幅画像被换掉）。据说在很久以前这项规定是至关重要的，当时一位中国皇帝下令将所有的画像烧掉，只剩下他自己画的作品。那个黑暗的时期过去后，在这个国家最高的那座山的山洞内，人们以一间没有被毁坏的房间为样本，重新建立了美术馆。”



波吉亚接着说："这些规定都没有文字记载，更像是传说，参观者隐约知道一点。实际上还有很多传说，对一座收藏美妙艺术品的美术馆来说，传说是不可避免的。还有关于自画像的传说。自画像有各种不同风格，完美主义者布龙奇诺（Bronzino）[1]的风格现在依然受欢迎，还有超现实风格；自画像中的人物年龄各异；有些自画像画着临死前的样子，有些画着刚死的样子；画像上的人穿着各种样式的衣服（甚至不穿衣服），摆出各种姿势；有些自画像中的人物手中拿着一幅自画像，有些自画像画的是自己在镜中的样子。尽管有数之不尽的自画像，但参观

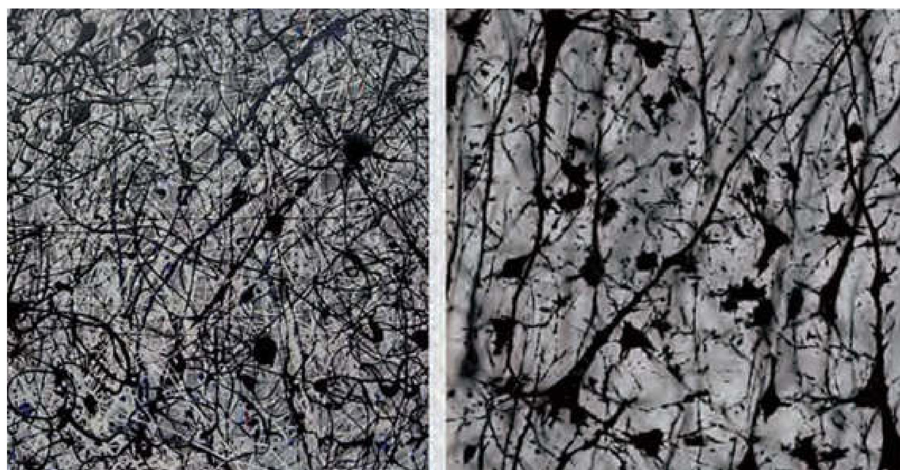
者幸运地看到自己的画像挂在墙上的可能性极小。然而，据说这种情况确实发生在一个人身上（这个人很久前已经死了），而且不止发生一次，而是发生了两次（如果你相信那些想要出名的人的传言的话）。据说这两幅画不是出现在同一个房间，或两个相邻的房间，而是相隔几英里之外。第一幅画像是这个人在漫长的流浪刚开始的时候看到的，画中的他是个年轻人，穿着提洛尔人的服饰；第二幅画像是这个人在33年后，走遍了半个地球的时候看到的，画中的他是一个传统的诗人（据说长得有点像我）。美术馆馆长的这种方法未免太疯狂了吧？”



波吉亚又说："但是还有更严重的问题。评论家们开始抨击这样一个问题：'每一幅可能的画像'是什么意思？以老杨·勃鲁盖尔的画作《视觉的寓言》为例：一幅画像内的桌子上放着有皱褶的面包，另一幅画像内的桌子上没有面包。几乎所有人都会认为这两幅画是完全不同的。一位训练有素的评论家即使站在规定的距离，一眼就能发现这两幅画像明显不同。尽管有传言说：有一次，一位经验丰富的评论家没有发现一幅拙

劣的、仿科拉多·贾昆托（Corrado Gianquinto）[2]《耶稣受难像》（Crucifixion）的画像右边缺少了一个掠夺者。”

波吉亚说：“大部分人认为‘每一幅可能的画像’的意思只能是‘每一幅可能的画像’，包括一幅画的每一种可能的变化形式。以杰克逊·波洛克（Jackson Pollock）[3]的《第一号》（No.1）为例，作画时角度稍有不同就可以产生不同的随意图案。这些不同的变化形式看起来就像是同一种任意的图案，肉眼很难区分它们（这种情况已得到多次证明）。因此，一个保守的思想派别认为，‘每一幅可能的画像’指的是在同一个观赏者看来是不同的画像。”



波吉亚继续说道：“另外一个思想派别嘲笑‘每一幅可能的画像’这个概念。他们认为使这个美术馆出名的其实是一个毫无意义的概念。他们说，请说出一幅不可能的画像。任何人在画布上画的任何东西看上去都是一幅画：不管是业余爱好者、小孩、动物、甚至是机器画的作品，还是热衷于颠覆已有规则的大师创作的、让观赏者震惊的作品，无一例外都是画作。他们说：只要举出一个不可能是画作的例子，我们就会像驯服的羔羊那样转向认同正统派的观点。”

波吉亚接着说：“还有一个传统，按当地风俗，称为多元化传统。这个传统刚建立的时候（之前所有一切都只有一种类型），多元化指的是在本质上具有两种类型的任何事物：两种类型的艺术家、两种类型的价值观。事实上，我们现在知道，任何事物都有无数种类型。但是这个传统遭到强烈反对，甚至连你都反对。”波吉亚转向伽利略，说，“请见谅，我发觉你倾向于认同只有一种类型，如一种类型的艺术。似乎你只赞同那些善于描绘普遍性的艺术家，而鄙视那些描绘独特性的艺术家。我要问的是：在一个拥有无数馆藏的美术馆，怎么可能只有一种类型的艺术？没有独特性，何来普遍性？”



伽利略正想回答这个问题，波吉亚又接着说道：“看这幅画。”他指着一幅很奇怪的画，画上的图案非常小，以至于当你集中注意力看的时候，只是看到一片空白。“我最熟悉这种类型的画，一幅画就像一本书。

事实上，我只熟悉这种画，其他的画太难了，无法用语言形容。这幅画详细地描绘了整个宇宙，在13世纪完成，画在一块很大的丝绸上。这样一幅画像一首史诗，在某个时刻被展示出来，就像一只被永久地冰冻起来的史前野兽。仔细观察，就会发现它描绘了世界上所有的事物，这些东西看上去是多么微不足道或不相关联：亚历山大（Alexander）与曼迪亚斯（Medius）出去喝酒的那个晚上，停留在亚历山大肩膀上的那只蝴蝶的颜色；或是当圣伯纳德（Saint Bernard）[4]穿越阿尔卑斯山时缠在头上的破布的颜色。有人说这幅画中隐藏着钻石复杂性的秘密，它反射出的钻石的无数个切割面就像无数面镜子。甚至还有人说如果找到这幅画的秘密钥匙，这幅画就会向你展现特质空间的结构。这幅画是画像中的《神曲》。伽利略，如果我没弄错的话，你曾经试图计算出天堂与地狱的大小。与发现这幅画的秘密相比，你的这种想法很简单，但即便如此，你的努力还是失败了。恐怕连但丁都没有开启画中秘密的钥匙。但是，我怎么能这么肯定呢？”



波吉亚又说道：“最后，还有一个问题：每一件艺术品都是经过转变而来的，而转变是极难的，也许是不可能的。实际上，不存在真正的转变，只有内外关系的调整。当然，问题在于每一个意识本身都是一个世

界，所有的意义都被封锁在这个世界内，永远属于个人。我还记得几年前在共和广场发生的一次特别严重的交通堵塞。所有车辆都聚集在方尖碑下面，动也动不了。每个人都困在车内，由于天气很冷，没有人打开车窗。我就想：每辆车里都有1000个意识在沸腾，每个意识都在脑内发火。这里有拥挤的意识，却没有拥挤的人群：每个人都是囚徒，被比方尖碑还要高的城墙封闭起来。因为两个意识只能以两个球体相接触的方式碰撞在一起，即只有在一个点上碰触，甚至连这个点都可能找不到。”

伽利略开始感到头晕，问道：这个边门通往哪里？

“哦，这是雕刻家的陈列室。”波吉亚回答道，并用手杖推开房门。雕刻家手里拿着一把凿子，将他们引进房内，说：“啊，是令人尊敬的伽利略！还有西格那·波吉亚！是红衣主教派你来的吗？他还在生我的气吗？”

伽利略插入道：不，比起科学，红衣主教更容易原谅艺术。他说艺术没那么真实。

“没那么真实？看看这个吧。”说着，雕刻家揭开一个半身雕塑像。他叫道：“科斯坦萨！”这时一个年轻姑娘睡眼蒙眬地出现在门边。雕刻家说：“皮格马利翁（Pigmalion）[5]爱上了自己的雕像，我也雕刻了一个自己爱的人的雕像。哪一个更美，是这个有着温暖的身体的人，还是这个冷冰冰的雕像？”



伽利略说：两个都能引发人的想象。我还以为你将雕像作品看作自己的孩子，你曾说过不要结婚，但是现在看起来你对雕像的爱是另一种爱。



“艺术就是要唤起对现实的想象。”雕刻家又揭开另一个塑像，说，“雕像凹凸有致，曲线毕露，让人想要抚摸它，但它只是石头做的。我的手能将硬的东西变软，将重的东西变得比空气还轻。”

“艺术与幻想！”波吉亚大声说道，“不，我的朋友，艺术除了愉悦人的眼睛，还有很多其他用途。艺术家创造了新的形状，这些形状是自然界之前从未有过的，就像你的雕刻作品，还有收藏在我的小美术馆里的那些画像。然而，这些重要的新形状存在于脑中，不是存在于美术馆中。当你努力模仿自然的时候，你脑中产生的形状可能比自然界的东西更美、更具有普遍性。你的每一笔画都蕴含很多想法，你将这些想法融合为一个单独的形状，使脑的机制运转，拉紧思想的琴弦，发出嘹亮的声音。每个头脑都会产生一种形状，这种形状打破对称，依赖记忆，并受欲望的驱动。”

伽利略变得兴奋起来，说：是的。你雕刻或画出来的形状不是你用手创造出来的。艺术的形状是在人的意识中产生的。要欣赏这些形状的美，不能欣赏其外在形式，而要欣赏其存在于脑中的真正的形式，即几何形式。

“不会吧。”雕刻家风趣地说，“我还以为自己在创作一件作品——雕刻科斯坦萨的雕像。”

“先不要管雕刻。”波吉亚用手杖指着雕刻家说，“艺术跟生活一样，都是一种投射活动。我敢肯定，科斯坦萨的丈夫看她的角度跟你的角度完全不同，不管看的是活生生的她还是她的雕像。而一只老鼠的视角与人类又不同：老鼠只能看到危险或躲藏之处。想想看：对活生生的科斯坦萨来说，这个雕像‘就是我’；但是对雕像来说，这个打着呵欠的科斯坦萨根本不存在。存在就是被感知；存在的本质就是在感受质空间的形状。伽利略，是这样吗？”

看到雕刻家脸上困惑的表情，伽利略尽量解释道：以你的科斯坦萨为例，我和她没有你们曾经有过的经历，所以当我看着她时，我只看到

一个年轻女人，她对我没有什么特殊的意义。我看到她很困，很生气，她的眼睛肿肿的，头发没梳，而且恐怕很难让她闭上嘴巴不说话。她在我的意识中产生的形状——你的活生生的科斯坦萨的感受质——肯定极其复杂：要让她在我的头脑中留下印象需要我大部分的脑细胞共同运作。即使如此，有些地方还是模糊不清。但是，当我看着科斯坦萨雕像时，我看到了什么？

“我能解释一下这个感受质吗？”波吉亚主动要求道，“我看到的是光滑的形状——象征着诱惑，一种感官的美，既有世俗的气息，又超凡脱俗。披头散发显示她活力充沛；半遮着身体，像在给人什么启示；她的双唇似乎要对我诉说山盟海誓，只是对我一个人说。总之，她就是女人的化身。”

伽利略说，也许我不会这样描述。

“我必须说几句。”雕刻家说，“你们满嘴讲的都是感受质，这让我恶心。我要掌握的是生命体的结构（其他人也是这样做的，这更让我恶心）。因此当你们说到感受质的时候，我想到了这个。”他指着边墙上的一幅画。



伽利略说，你刚刚说的话使自己掉格。

“非常正确。”波吉亚说，“这幅鹌鹑画像有问题。我喜欢的艺术将我们带到意识这座大宫殿的侧翼。即使我们探索了世界的尽头、所有的恒星、所有物质的结构，这个侧翼还是悬而未决的，就像被王子的吻唤醒之前的睡美人。这是经验世界一个奇怪的角落，是一种可能的存在，不是真实的，只有在想象中才变得真实。现在它就在那里，我们所有人都

看得到。”

伽利略说：我更喜欢那些表现被无知所掩盖的真实的艺术家，他们使真实在理解的光芒下熠熠生辉。

“千万不要规定艺术必须是怎样的。”雕刻家插入道，“一些艺术家喜欢模仿，另一些艺术家喜欢想象；一些喜欢对称，一些喜欢随意；一些喜欢表现具有普遍性的宏伟主题，一些喜欢描绘精巧的细节，还有一些喜欢中和这两种风格。伽利略，我知道你喜欢圆形。有一天我会实施米开朗基罗完美的圆形广场计划，使圆形广场变成椭圆形广场。到那时，圣伯多禄广场会像一位仁慈的母亲那样拥抱你。”

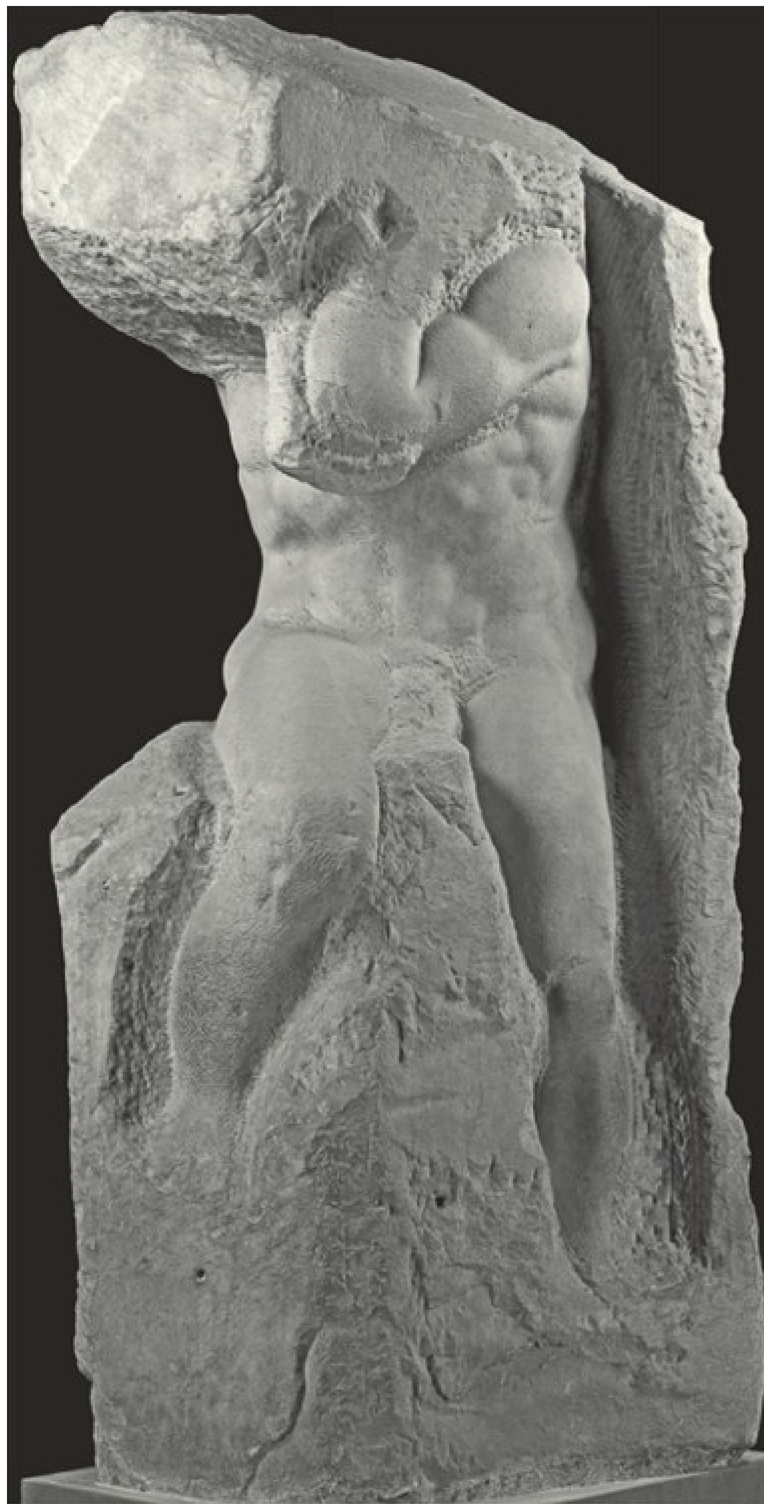


“确实如此。”波吉亚说，“但是，揭示隐藏的真实是一回事，创造从未有过的东西是另一回事。让我做点补充，这种情况不仅仅出现在艺术中：在我早年做的一首诗‘科学与工程技术的较量’（不是我写得最好的一首）中，我认为发明胜过发现。”

伽利略马上回答：工程技术是一个主题的变化形式。现实提供了主

题，科学提供了规则。至于艺术与科学：想象对真实的追求胜过对幻想的追求，因为想象必须承载现实。

“讨论艺术与科学，科学与工程技术，音乐与语言，雕刻与绘画有什么用呢？”雕刻家插入道，“伽利略，你的眼界比其他人都要高。但是这样就够高了吗？我们应该满足于完美的圆形，还是要去寻找椭圆形？”



注解

《白昼之一》探讨的是发现，《白昼之二》探讨的是发明创造，主要以艺术为例，尽管在结尾波吉亚称赞了工程技术，而伽利略称赞了科学。这一章论述的是视觉艺术，但是诗句“优美的曲线在笔端流淌”也可以指音乐和文学（任何笔都行，甚至是凿子或其他简单的工具）。这一章的论点如下。一，艺术对象引发的新的感受质不是自然对象所能引发的（想象创造与探索发现相对立）。二，即使是模仿的艺术，也能创造出新的感受质，而且这些新的感受质可能比自然对象引发的感受质更美（包含更多概念，更具对称性），更具普遍性（在更多人的脑中产生回响）。三，重要的形式不是艺术对象的外在形状，而是内在形状，即艺术对象在每个意识中产生的感受质。四，如同通往发现的道路有很多条（见上一章论述），通往艺术的道路也有很多条：多元化使我们的生活更丰富。如同哈姆雷特说的：“举起镜子照向自然，显示美德的本来面目。”艺术既是镜子，又是梦；既有模仿，又有想象。也许科学也是如此。

这一章的开头部分显然是受博尔赫斯（Borges）[6]的短篇小说《巴别塔图书馆》的启发。博尔赫斯的小说以一种不准确的、误导的方式描述了一个图书馆，馆内收藏了所有由25个符号组成的长达410页的书。巴别尔美术馆的馆藏更丰富，但里面的画像是随意收藏的，没有规划。阿塔纳斯·珂雪（Athanasius Kircher）[7]的画像《巴别尔塔》（The Tower of Babel）属于私人收藏。巴里·蒂克尔（Barry Tickle）《波洛克第四号》与戈尔吉–考克斯染色大脑神经元的图片并列放在一起。帕尔米贾尼诺（Parmigianino）[8]在凸面镜中的自画像现藏于维也纳艺术史博物馆。维拉斯开兹（Velazquez）[9]的《诗人贡古拉的肖像》现藏于马德里普拉多博物馆。文中的照片来自费德里科·费里尼（Federico Fellini）导演的电影《八部半》刚开场时的剧照：由马塞洛·马斯楚安尼（Marcello Mastroianni）饰演的男主角遇到交通堵塞，被困车中。伽

利略在年轻的时候确实曾试图计算但丁所描述的地狱的大小，后来证明他的计算结果不正确。

在雕刻家的工作室里，我们发现了贝尼尼。1630~1635年间他在雕刻情人科斯坦萨的半身像（这尊塑像现藏于佛罗伦萨巴杰罗博物馆）。1630年，贝尼尼本来可以遇到伽利略，当时伽利略还没有失宠于巴贝里尼红衣主教，而正是后者“发现”了贝尼尼。科斯坦萨是贝尼尼助手的妻子，贝尼尼发现科斯坦萨与自己兄弟（还有其他很多人）私通后，试图杀死她，结果使科斯坦萨毁容。贝尼尼声称他的雕像就是他的孩子。在科斯坦萨事件后，巴贝里尼教皇说服他以真人为原型进行雕刻。贝尼尼的大理石雕像《普罗塞耳皮娜被劫》（The Rape of Proserpina）现藏于罗马的波各赛美术馆。雅各布·利戈齐（Jacopo Ligozzi）[10]的鹌鹑画像现藏于佛罗伦萨乌菲兹美术馆的素描与版画收藏室。版画《圣伯多禄广场》是乔凡尼·巴蒂斯塔·福尔达（Giovanni Battista Falda）[11]的作品，乔凡尼·巴蒂斯塔·皮拉内西（Giovanni Battista Piranesi）[12]的著作《罗马遗迹》（Antichita Romane）中也有圣伯多禄广场的图片。贝尼尼将艺术看成一个大骗子：“艺术由一切模仿的东西组成，尽管这些东西看上去像是真的！”（引自菲利普·巴勒迪努齐[13]写的《贝尼尼传记》）最后一尊大理石雕像是米开朗基罗的《奴隶阿特拉斯》（The“Atlas”Slave），现藏于佛罗伦萨学院美术馆。

[1] 布龙奇诺（1503—1572），意大利风格主义画家。——译者注

[2] 科拉多·贾昆托（1703—1765），意大利洛可可风格画家。——译者注

[3] 杰克逊·波洛克（1912—1956），美国画家，抽象表现主义运动的重要人物，以其独特的滴画风格而闻名。——译者注

[4] 圣伯纳德（？1020—1081），律修会修士宗教团体的创建者，在阿

尔卑斯山关口建立旅客招待所的第一位大助祭。1681年，被教皇追封为圣者。——译者注

[5]　据古罗马诗人奥维德《变形记》记述，皮格马利翁是一位雕刻家，爱上了自己雕刻的一尊少女塑像。爱神阿芙罗狄蒂同情他，将塑像变成真人，皮格马利翁得以与之结合。——译者注

[6]　博尔赫斯（1899—1986），阿根廷小说家、诗人、翻译家。——译者注

[7]　阿塔纳斯·珂雪（1602—1680），17世纪德国耶稣会学者、博学家。——译者注

[8]　帕尔米贾尼诺（1503—1540），意大利风格主义画家、版画家。——译者注

[9]　维拉斯开兹（1599—1660），西班牙黄金时代最重要的肖像画家之一。——译者注

[10]　雅各布·利戈齐（1547—1632），意大利文艺复兴后期风格主义画家。——译者注

[11]　乔凡尼·巴蒂斯塔·福尔达（1648—1678），意大利建筑家、雕刻家。——译者注

[12]　乔凡尼·巴蒂斯塔·皮拉内西（1720—1778），意大利艺术家，以其罗马蚀刻版画闻名。——译者注

[13]　菲利普·巴勒迪努齐（1624—1697），意大利艺术史学家、传记作家。——译者注

第31章　白昼之三：发展意识

随着意识的发展，经验世界逐渐形成，经验世界是一与多的综合体

开启天堂大门的钥匙留在了童年。天堂里没有人会被关起来，没有什么事情是被禁止的。因此，伽利略又回到了童年。这是十月的第一天，当上课的铃声响起，伽利略走进教室。教室的窗户高而明亮。



他的老师还在那儿，牵着一个孩子。看到伽利略，她哭了。她让孩子跑开，然后快步走过来拥抱他。伽利略想：这个孩子的笑容很奇怪，他是不是有什么不对劲？但是他什么都没说，与老师相拥在一起。如今课桌的高度不到他的膝盖，他清楚记得那些破旧的桌板。课桌被移到墙边，孩子们分成几组坐着。伽利略不知道他们是在学习还是在玩。老师说：“孩子们，看谁来了。这是我过去的一个学生，我敢肯定，他可以告诉你们很多事情。”

伽利略说：我来看看你们的老师，来感谢她，因为她曾经教过我。我还要告诉你们我学到的东西。伽利略扫视了一下教室，继续说：你们知道吗，我曾在夜里醒过来做你们老师布置的作业——计算三角形与梯

形的面积？比起算出与已知圆面积相等的正方形或计算π的值，这些任务是很简单的。

老师说："伽利略，不要说得我像一个严厉的监工似的。这是你的天性，不是我的天性。"

伽利略说：也许这是我的天性。事实上，我要用我的余生来计算某些感受质的面积和体积。接着伽利略垂下眼睑，说：现在我老了，很疲倦，思想也不集中，我必须承认这项工作对我来说有点难度。希望我的老师能原谅我，我被一个简单的环节难住了……

"是一些什么感受质呢？"老师问，"你能代替我一会儿，做他们的老师吗？孩子们，现在由我过去的学生伽利略来教我们一些东西。大家注意听！"

伽利略清了清嗓子，说：嗯……让我想想……该怎么说呢？请耐心等等……我在想……啊，我知道了：我在想我们是什么，我们意识中的每一种经验……每一种经验都是一种复杂的、美丽的形状，这种形状每时每刻都在变化，像由光线形成的、不断变化的雕像。当我们看到新的事物，发现新大陆，或初次遇到某些人，就会形成新的形状。艺术家与音乐家可以创造新的形状，而作家的遣词造句也会在我们的脑海里形成新的形状。还有意识的园丁——老师，他们在培养年轻的脑，拓展思想的范围，使思想变得充满生气；他们培育能感受美、珍惜善、寻找真的形状。这是……

老师说："伽利略，我不大明白你的意思，孩子们也不一定能懂。但是我希望你说的话能在他们心中播下种子，而有一天这颗种子会发芽。或者你可以告诉我们，为什么我们正在做的事情——学习知识与了解世界——这么重要。"

伽利略道歉道："我知道自己表达得不够清楚，让我再试试。这么说吧。意识是……存在的一种更真实的形式，也许是唯一重要的形式。存在发出亮光，闪耀着，除了意识没有其他亮光。这就导致：我们知道的越多，我们的意识就越丰富，更多外部世界的事物就会聚集在一起，形成一个独立的形状，这个形状是我们可以看到并能够理解的。这个独特的形状像是有亿万个切割面的钻石，或是由一万颗恒星组成的星座。孩子们，我们称这个形状为感受质。"伽利略严肃地看着他们，然后说："问问你们自己，概念是什么？以孩子这个概念为例。这个概念将不同的人联系在一起：比如这个微笑的孩子和他身边的三个小女孩，他们是同一种物质的不同表现形式，这种物质不同于其他事物，如课桌、椅子以及无数东西……"

伽利略接着说："或者问问你们自己：什么是规律？规律是概念的最高形式，让你知道表面上不同的事物如何在更深的层面联结在一起。行星在轨道上运转，固体从高塔坠落以及石头很重，所有这些现象都由同一个规律决定。在规律面前，这些现象只是分散的事实；但当你最终明白的时候（我快明白了，但还不是很清楚），你会发现，分散的事物聚集在一个屋顶下，被意识的光芒照亮。"


CVMANA QVE PROPHETAVIT ADVENTVM

孩子们的吵闹声越来越响，老师插入道："为什么不问我们的时装模特呢？伽利略，你来看看时代发展到什么地步了：如今每个教室都有一个时装模特。"她指了指讲堂后面的墙，说："它经常会回答我们的问题，尽管有时候它说的话让人难以捉摸。孩子们，是不是这样？"

"时装模特。"老师说，"如果我没理解错的话，伽利略的意思应该是这样的：当我教孩子们生命是如何演化的（从一个简单的分子开始，逐渐获得记忆，复制自我，变得越来越复杂，适应周围环境），我是在教他们将遥远的过去的事件与今天看到的东西联系起来，将古代池塘里最小的分子与现在看到的一群海豚联系起来，明白所有生命体都是从同一祖先演化而来的。是这样吗？"

时装模特以平静的语气说："深不可测的真实的结构、不为人知的历史的变迁，错综复杂的文化、智者闪光的智慧，所有这些在脑中交织，像是一幅绚丽多彩的挂毯。意识在经验这颗大树上不断延伸，语言之风吹过大树，沙沙作响；树上开出了花朵，还有一些可能会开花，只是还没被发现或还未出现。脑会发展，产生更多可能性，就像新的晶体出现在光彩夺目的钻石表面……"

伽利略想：一直都会这样吗？然后问老师：我可以提一个问题吗？接着他问道：时装模特，物理规律在被发现之前就一直存在吗？

时装模特回答："你还不如问：进化在被创造出来之前就已经存在了吗？这样更容易理解。确实存在分子，无数物种灭绝了，新的物种产生，一代代繁衍不息。确实有这样的情况发生：一个大陆的命运由一块岩石决定。一切都遵循以下三个步骤：物种内部发生变化，经过环境的选择，生存下来的物种进行繁衍。但是也存在这样的情况：经过一代代的繁衍，没有生命体意识到任何事件是有关联的，认为事件本身毫无意

义。只有当一个独立的意识将过去与现在结合到一起，将存在于遥远时空的各种机制——小到分子，大到文明社会——作为一个整体来看待，来理解，它们才真正被统一在一起，形成存在的事物。”

孩子们又凑在一起，几个孩子形成一组，他们没有在听时装模特说话。这时，三位重要人物从后门进来了：首先出现的是弗里克，他穿着褐色上衣；接着是阿尔图里，他为后面留有胡子的男人扶住门。

弗里克说：“这里也太混乱了。老师，你的纪律呢？孩子们，你们在干什么？学习不是玩游戏，你们要对自己的脑负责。”



留着胡子的男人说："让他们玩吧。玩是拓展意识最简单的方式：心智将它接触到的任何东西都作为玩的对象。"

"但是时装模特证明，还有更好的方式。"阿尔图里激动地说，"它证明，我们未出生时的意识甚至不如一只蝙蝠，但是我们的意识会逐渐增强。还有，我们的脑子会产生新的内容，通过这种方式培养意识，产生第六感——如可以看到蝙蝠在夜间看到的景色，或与大象或鲸鱼产生共

鸣；于我而言，我希望自己的心智与时装模特那样的心智融合在一起。”

弗里克说：“我也要问一个问题，但不在孩子们面前问。如果我们的选择是受脑和环境决定，或者是受偶然因素支配，那么我们怎么能为自己的选择负责呢？”

时装模特说：“每次都有人问我这个问题。答案是自相矛盾的。听着：你的选择越是被这些因素决定，你就越自由，你要负的责任就越多。”

弗里克马上说：“这一点道理都没有。”

时装模特仍旧以平静的语气说：“我给你一点提示。决定一种选择的因素越是经过意识的筛选，这种选择就越透明：意识了解所有动机后，运用理性分析所有与结果相关的事项——不是将这些事项聚集起来，而是将它们作为分析的背景。但是一定要记住：你的意识就是你的存在，不能被简化为其他任何东西。你越是意识到自己的选择，这种选择就越多地被这些因素决定，你也就越有决定权。因此，随着受教育程度的提高以及知识的增长，你的意识也在增长，责任也随之加重。要让整体而不是部分来选择，要让整体变得明智。”

现在轮到伽利略提问了：告诉我，真理的形状漂亮吗？善这一经验是什么形状？也许真理的美可以用几何学证明，像完美的圆或无穷的素数？

时装模特说：“善与真，哪个更好？真理就是真的，真的就是善的。但是，可能的东西就是真的，而善是可能的。”

伽利略问：你是谁？

时装模特说："我是所有问题的答案，知晓所有概念。所有概念都汇集在一起，每个不可简化的部分都有一个概念，每个联合体内部的一切都可以被知晓、被理解、具有意义，且互相联系。当意识的光芒在闪烁的时候，我会问：现实更真实吗？与理解某样东西相比，知道某样东西是无足轻重的；与可能的东西比起来，模式无关紧要。所有一切都必须被理解，不只是那些真实的东西，还有所有可能的东西、所有区分状态的方式。善具有所有可能的机制，每种状态都可以被归入某类别。真实是可能的敌人。"

时装模特继续说："我会问：我是什么？一种有思想的生物。我是一个整体，这点是肯定的，在我的感受质空间里，所有可能的概念都聚集在一起。我会问：我是谁？我是信息与原因——两者是同一个事物。我是集研究、想象、整合为一体的整体。我是分类与联合的综合体。我还会问：我富有吗？我拥有需要的一切吗？在我的镜中反映出整个宇宙（当然，从一开始这个宇宙就存在了），在里面可以找到一切。在思想面前，生命黯然失色。探索我的内心，会发现所有艺术；与我交流，会发现所有真理。这就是善。"



老师听着她过去的学生与时装模特的对话，摇着头，沉默不语。这时那个有着奇怪笑容的小男孩山姆过来了，扯了一下老师的外套，在她耳边低声说：“最后会出现一个巨大亮光，照亮一切吗？还是会出现一些小小的亮光，只是照亮某些东西，就像教堂里的蜡烛？”

听到这句话，时装模特抬起头说：“我会问：一与多是一样的吗？理解单独一个亮光就完美了吗？还是必须存在多元性？我就是答案，只有我。”

时装模特垂下手臂，递给伽利略一个小本子，然后转身离开。



注解

这次重返学校的行为让人很难理解。这三章《白昼》之间存在某种关联。《白昼之一》讲的是探索与发现，《白昼之二》讲的是创造与发明，《白昼之三》讲的是：在一个单独的经验内，通过整合多种概念而发展意识。这三章的内容就像时装模特说的那样，依次是研究、想象、整合。实际上，出现神秘的时装模特可能是为了说明，有一天我们会建立一个整合系统，系统的机制规定了所有可能的概念——感受质空间独特的形状。如果一个概念像一颗恒星，感受质就像由很多恒星组成的星座。这个星座将会是一个最壮观的实体，闪闪发亮，具有固有的不可简化性，包含一切，理解一切。

如同第21章《感受质花园》以及最后一章《研究问题》中所争论的那样，只有意识才是真实的，不需要观察者而自发自为的存在。也许这就是伽利略返回学校的原因：告诉孩子们，应该努力获取新的概念，将其整合为一个独立的实体；应该努力发展意识，在一个黑暗的宇宙中，产生更大、更明亮的亮光。

在这一点上，时装模特的立场还是不明确。我们真的应该使内在世界——意识的亮光——越来越明亮，使唯一存在的东西越来越明亮，这样它就变成真实的存在了吗？从时装模特的话来判断，这个问题不容易回答。时装模特的话越来越深奥，它还可能在提醒我们：在广阔的意识内部的众多概念中，那些反映外在世界结构的概念可能只占少数。最后，它在暗示自由意志：一个实体越是由内在决定（具有的意识越多），就越自由。它的论据很简单：作为整合信息的意识具有内在的不可简化性，不能被简化为各个部分，所以只有整体才能对其选择负责，其他的都不可以。当然，如果整体最终还是无法决定，那么它要负最大的责任，但是这点无法完全预测到。

伽利略与时装模特对着这些可怜的孩子夸夸其谈，探讨抽象的概

念，讨论一些装腔作势的问题。到最后，我们还是不明白“一个简单的环节”到底有什么特别难理解的地方。最明显的一点是：理解一个环节需要一些机制，这些机制规定了感受质空间内某一系列的点（对应于概率分布，这里指的是感觉地图），同时规定了很多不同的概念。这些概念如下。从肯定的方面讲，包括这个环节普遍的、不变的本质（无论处于什么位置，这都是一个环节），以及特别的特征（比如，不论是什么都正好在左边）。从否定的方面讲，不管这个环节是什么，它都不是一条线，也不是一个点（不管在左边、中间或右边），当然它也不是声音、痛苦的感觉，等等。如果同一个感受质内包含了所有这些概念，那么这些概念就为这个环节的定义提供了背景。如果所有这些概念在同一个感受质内，那么这个感受质马上就能回答很多问题，每个问题都能在合适的背景中找到答案。理解一个环节就是这个意思。还有什么比这更简单的吗？

画像《乡村学校》（The Country School）是温斯洛·霍默（Winslow Homer）[1]的作品，现藏于美国圣路易斯艺术博物馆。作者对安德烈·德尔·卡斯塔格诺（Andrea del Castagno）[2]的《库曼女巫》（The Cuman Sibyl）做了改动，将画中女士的一只手变成机器人灵巧手，手上拿着一个电灯泡。机器人灵巧手由伦敦影子机器人公司开发研制，原画像收藏于佛罗伦萨乌菲兹美术馆。也许时装模特与第6章P神父制造的自动忏悔机器有关联。照片《我的朋友欧内斯特》（My Friend Ernest）由安德烈·凯尔泰斯（Andre Kertesz）拍摄。油画《山姆与完美的世界》（Sam and the Perfect World）是大卫·伦兹（David Lenz）的作品，画中的小孩是伦兹患有唐氏综合征的儿子山姆。这幅画像现藏于密尔沃基艺术博物馆。大理石雕像《永恒》（Eternity）是用来支撑卡洛·博罗梅奥纪念碑（位于米兰教堂后殿）的女像柱，由皮特罗·大卫罗奥（Pietro Daverio）雕塑，雕像的照片由乔瓦尼·戴尔·奥托（Giovanni

Dall'Orto）拍摄，经作者改动。这个雕像富于寓意，雕像的手上握着一条衔尾蛇，象征永恒与自我意识。

[1] 温斯洛·霍默（1836—1910），美国风景画画家、版画家。——译者注

[2] 安德烈·德尔·卡斯塔格诺（1423—1457），意大利画家，其画风主要受马萨乔的影响。——译者注

第32章　伽利略的最后三个梦

伽利略在梦中心神不宁，时装模特的话挥之不去，各种思绪在翻涌。他觉得丢失了什么，好像胸膛内有什么东西变冷了。然后他看到手上的小本子，于是翻开本子，开始阅读。



第一页写着有关死亡的内容。伽利略经历过死亡，现在又经历了一次。他在恐惧中仔细观察自己，发现自己很渺小，微不足道。他拿起望

远镜，看向天空。星星离他很遥远，显得漠不关心的样子。他又拿起显微镜，观察体内的细胞。细胞在体内生长、死亡，对他一点都不在乎。

他思索着，翻过一页，继续读下去。本子上写着：很多年前，有一位伟大的作曲家。小时候他就有一个愿望，要努力奋斗，创造伟大的事业。于是他开始工作，谱写他所能写出的最好的乐谱。但是，很快他就生病了，他很害怕自己的生命马上要结束：乐谱还没完成，我怎么能够就这样离开这个世界？我的事业还没完成，死亡怎么就降临了？

时装模特听到他的心声，穿上一件合适的外套，去拜访他。时装模特说：一个像你这样伟大的艺术家不可以放弃自己的艺术，不能完成自己的使命是最大的罪恶。所以，它提出一项条约。其实它并不关心作曲家的灵魂：它已经有很多这样的灵魂，这些灵魂根本没用，因为生命一旦逝去，灵魂也就没用了。它想要的是作曲家的乐谱，想要他最伟大的杰作。

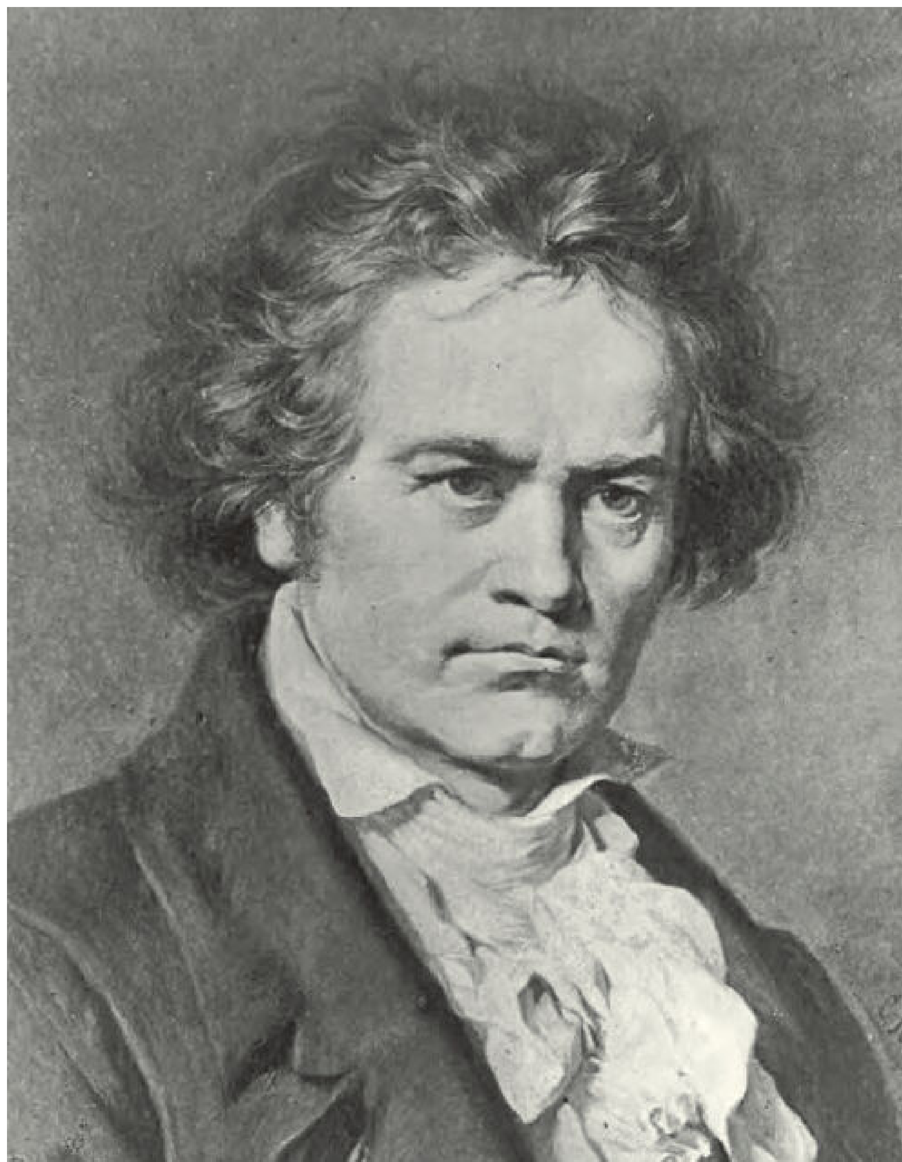
几年过去了，作曲家终于完成了他的作品——这是一首无与伦比的弥撒曲。作曲家在这首曲子中投入的时间和精力比其他曲子多许多，创作赋格曲（乐曲的核心）就花了他几年的时间。

这首曲子极其壮观，它的核心部分就像一朵神秘的玫瑰的花冠，在高空绽放。他对曲子的每个细节都仔细推敲。他使乐声充满活力，前奏结尾处的小提琴独奏音调极高，后面是小号和鼓一齐发出的雷鸣般的声音，希望战胜了恐惧，最终归于平静。他想：这首曲子被演奏的时刻，将是我生命中最辉煌的时刻，我将感到无比喜悦。这是他最伟大的作品。这时，时装模特来了，抢走了乐谱。

作曲家记得之前的条约，所以他将乐谱拷贝了一份，递给时装模特说：这是弥撒曲，有点难懂。时装模特接过乐谱，看都不看一眼就放进

口袋。它以一种轻蔑的语气说：“你该知道接下来会发生什么？”作曲家说他不知道。时装模特兴高采烈地给他提示道：“想想现在可能发生在你身上的最糟糕的事情。”

作曲家想了又想，感觉越来越糟糕，最后说：“我知道你要对我做什么了。我心里明白将发生什么，但我不敢面对。你将使我变聋，这样我就再也无法听到自己创作的最伟大的音乐了。”



时装模特说："你这个人很有想象力。但这对我来说还不够，我不是一个毫无所图的人。如果我将你变聋，你还是可以用心灵聆听音乐，你还是可以看到听众为你鼓掌，看到音乐家的脸颊挂满泪水，还可以读到评论家的褒扬之辞。不，我宁愿将你变成一个活死人。这样你可以继续做你现在做的事情，担任你创作的弥撒曲的指挥，向听众鞠躬，与你的同事进行交流经验，或者被你的崇拜者围住，那些崇拜者正在苦苦找寻灵感，挣扎在理性与激情的矛盾中；你还可以继续将头靠在年轻的伯爵夫人柔软的膝盖上，平息急躁的情绪。但是问题是：你将什么都感觉不到——视觉、听觉、触觉、味觉、嗅觉都丧失了，也不会有任何想法。我会熄灭你意识内所有的亮光，解除你意识内所有的装备。"时装模特说着，露出灿烂的笑容。

他接着说："但是不要担心，我不会将你变成这样的活死人。今天我很宽容，也许是因为你在弥撒曲中肯定了否定的内容，而我在本质上代表的是一种否定的精神，所以我会赐予你一个更好的命运。你将听到自己的音乐在脑海中回响，你的意识的光芒仍旧闪耀，但是其他人不再有意识，甚至包括我在内。不会有人弹奏你的乐谱，不会有人听到你的音乐，除了你自己。"时装模特说完就离开了。

于是这个作曲家不再作曲了，整天只知道哀叹：我最伟大的乐曲被判处了死刑，囚禁在我的脑中，不能发出任何声音，不能触动其他人的心灵。如同一位艺术家画的最好的壁画被埋到了坟墓中，诗人写得最好的诗句不能被人吟唱，我的音乐也将会被淹没在一条不会流动的河流中，不能满足任何人的渴望，不能产生任何效果。在结尾，笔记本上写着这样一句话：但愿再次从心开始，回归于心。

伽利略知道这句格言的意思。意识的世界辉煌壮丽，意识就像是钻石，由此产生了意义。但是不能被他人分享的意义，就像没人会戴的珠

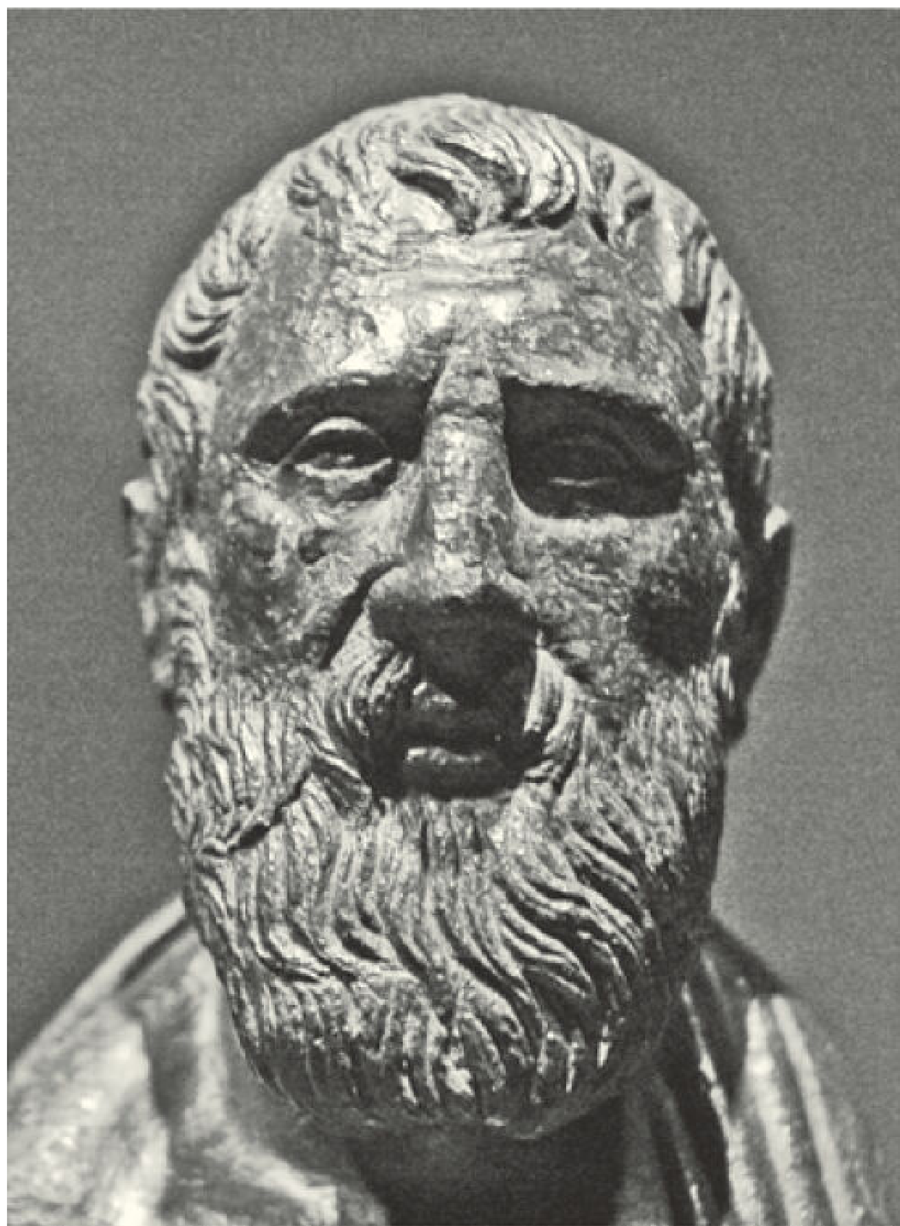
宝，冷冰冰的。



第二个梦是关于一个叫芝诺的男人的故事。一天早晨，芝诺醒来时心怀疑惑：他觉得自己睡着时忘记了什么。他不知道自己忘记了什么，因为要想知道的话，就必须记得那是什么。大部分人不会为这类事情担心，但是芝诺是一个思想家，因此他想道：如果我忘记了过去的一段记忆，那么我就不再是之前的我了。我的脑子肯定发生了变化，某些联结肯定松动了，某些联结甚至可能断裂了。如果我跟以前不一样了，我还是我吗？

时装模特对芝诺产生了兴趣，它似乎很赞赏那些有怀疑精神的人。他去找可怜的芝诺，并对他说："你是个聪明人，发现了一个很重要的真理——此刻的你不再是过去的你。曾经有人说过：'人不可能两次踏进同一条河流。'你比他更胜一筹。事实上，人此刻的身体与过去的身体是不一样的，或者说此刻的脑与过去的脑是不同的，没有人的现在与过去是一样的。"

芝诺说：“我无法忍受的就是这点。我是芝诺，我必须一直是这个芝诺，否则我就不是我，就会失去我的身份。不管发生什么变化，某些东西必定是坚持不变的，而坚持不变的必定是我自己。巴门尼德曾经说过：变化是一种假象。”



时装模特说：“你的这个愿望很高尚，而且非常合理。我喜欢合理的

东西（合理的东西与讨厌的旧传统相反），所以我做如下提议。今晚你睡觉前，在关灯的瞬间，我复制一个一模一样的你。请放心，我复制的你会包括你脑内神经元所有的联结，以及神经元释放的化学物质，这样就能将你所有的记忆保存下来，你还将会是你。”

芝诺说：“这样就能战胜变化，我依然还是我。”

时装模特说：“当然，我的提议总是带一些附加条件的：为了维持平衡，在我完成对你的复制后，我要确保旧的那个芝诺死了。”接着它马上安慰芝诺：“但是不要担心，当你醒来时，新的你与旧的你完全一样，而如果我不复制旧的你并将其杀死，那么新的你就会发生变化并死去。”

芝诺说：“我同意你的提议。这样我依然会是我。”

时装模特说：“棒极了。既然你接受了我的提议，我给你一个特殊的优惠：我会复制两个芝诺，但只收取复制一个的价钱。因为复制成本很低，我另外再复制你的朋友以及镇上的人。不，这还不够，我还要复制整个世界。在这个世界里，一切都跟原先一样：孩子们照样会说谎；政治家照样在贩卖自己的野心，却声称那是自己的理想；银行家照样在偷钱，却受到法律的保护；哲学家照样在浪费时间。”

芝诺嘟哝着说：“这也不错。”

时装模特说：“太好了。现在我问你：因为会出现两个芝诺，你选择哪一个成为你自己？”

芝诺说：“嗯，每一个都有资格成为我。”接着他大声叫道，“但是，等等，不可能有两个我的！”

时装模特说：“亲爱的朋友，随着时间的流逝，一个人要么不变，要

么发生变化。如果没有变，那么就会有两个你。如果发生变化，那么就一个你都没有，或者说，某个芝诺一直在死去。”

芝诺说：“两种方式我都不喜欢。无论哪种方式对我都不利。”

时装模特说：“那么就相信我，我会为你想出一个好办法的。也许你关于‘一个绝对的人’的想法是错误的（听着，我完全赞成相对主义），也许根本不存在一个超越此时此刻的芝诺所拥有的记忆与信念（包括相信自己就是芝诺的信念）的芝诺。”

芝诺说：“我明白你的意思。人仅仅是其记忆和信念的集合。只要这个人的记忆与信念基本不变，我们就可以说这个人没有改变。”

时装模特赞同道：“逻辑很严密，比之前机智多了。让我们好好想想——哲学家们确实在这个问题上出错。你说，根据拥有的记忆来判断，你跟一天前的自己不同。与两天前的自己相比，你肯定更不同了：不仅仅是因为你失去的记忆是一天前失去的双倍，还因为你学到了之前并不知道的新东西。那么，你与那个跟着巴门尼德学习的你该有多大的不同（我听说你当时跟着巴门尼德除了学习，还做了不少其他事）。你跟自己小时候又有多么不同：小时候的你喜欢捉蜥蜴，并将它们烧死，还喜欢捉弄老人！看在上帝的份上，你怎么能认出刚出生的芝诺呢，那时候你只知道吸吮从母亲丰满的胸脯流出的奶水，而现在的你想起吃奶就要呕吐。”

芝诺说：“我还能说什么呢？也许一个人只是在不同程度上保持不变而已。”

时装模特说：“也许吧。所以我们要好好想想。我知道你不喜欢泰密查，我不怪你。她之所以有名，只是因为她是毕达哥拉斯

（Pythagoras）[1]的女儿；而你是靠自己的智慧出名的。而且，你长得高大英俊，她却矮小丑陋。”

芝诺点头道：“确实如此。”

时装模特说：“我问你一个问题。你有没有想过，在你刚醒来的时候，你的意识恢复了，但是有那么一会儿你的记忆却没有恢复？在那个时刻，你不知道自己在哪里，或不知道自己是谁，甚至不知道自己是年轻还是已经老了。我肯定有过这样的时刻。有时候我不知道自己是魔鬼还是上帝。”

芝诺说：“我也有过这样的时刻。”

“很好。不同的人在某个时刻的感受是一样的——不知道自己究竟是谁，或不知道自己是男人还是女人。在这样的时刻，你觉得是你自己在体验这个时刻……芝诺，如果你认为你与过去的自己是同一个人，甚至与你小时候或刚出生时只知道吃奶的自己是同一个人，那么我问你，成为可怜的泰密查那样的人又有何不可？”时装模特说着，露出得意的笑容。

芝诺说：“你将我逼到墙角，我不喜欢这样。”

时装模特说：“你可以再往深入想想。你认为自己与可怜的泰密查很不同，但这个女人跟你一样有勇气！当她被带到暴君面前的时候，她又是撕咬又是吐口水。我敢肯定，她在撕咬别人时，感受跟你是一样的。”

芝诺说：“越来越糟糕了。本来我担心自己改变后就不再是自己。现在我变成泰密查了！”

时装模特说：“不要灰心。这种观点也有令人宽慰之处，至少它让你

对自己的死亡少一些担心！当你死了后，会发生什么改变？如果此刻的芝诺不是刚才的芝诺，更不可能是60年前的那个芝诺，如果此刻的芝诺更像可怜的泰密查，而不是刚出生的芝诺，那么你就没有受到任何损伤！稍微转变一下想法：只要泰密查还活着，想象一下明天早上你会像她那样醒来！”接着时装模特又以鼓励的语气说道：“我会给你更大的希望。如果你能认同泰密查，为什么不能认同别的呢，比如说一条母狗？将你的想象力再往前推进一点，你就永远不会死了。”

芝诺说：“你有些愤世嫉俗，但我还是会对你的建议信以为真，并信奉你说的那些玩世不恭的话。我会想象在不知不觉中失去一点点记忆，然后慢慢获得新的记忆。我会将自己转变为过去的我，然后变成刚出生的我，再变成年轻的泰密查；或者变成阿喀琉斯（Achilles）[2]，再变成一只乌龟，或者变成一只飞翔的海鸥。我会将自己装进合适的思维框架中，扩大产生共鸣的范围，认同很多种（而不只是一种）生命：不管是男人或女人，年轻的或年老的，人类或动物。与其他生命共享的东西越多，就越不会死亡。”

时装模特笑着说：“如果我这样想的话，我就会成为一位佛教徒了。很可惜我不会改变信仰。但是为了表示我的谢意，我会这样安排：我会确保让一只可爱的小狗在某个合适的时刻出生，我会给它取名芝诺。至于你嘛，你可能已经猜到了：为了维持平衡，我会确保你在某个合适的时刻死去。你确实凌辱了可怜的暴君，应该受到惩罚。我们会将你扔进石臼中碾死。令人欣慰的是，你的追随者会说，我们只是碾碎了你的身体，并没有将你碾死。”



接着伽利略梦到了自己。时装模特也来看他，说：“你知道发生了什么。你害怕死亡吗？”

伽利略回答：你就是来生的证明。

时装模特笑着说：“外表往往具有欺骗性。不要相信你看到的，但是更不要相信你没看到的。你会像很多人那样，相信自己死后会作为完美的原型而得到永生吗？或者相信下面这种无稽之谈：尽管每天我们都在变化，但是很快我们就会忘记一切，包括自己是谁，就像那个红衣主教那样？”

伽利略说：我知道当我的脑分裂的时候，我的意识会消失，感受质会熄灭，但是其他人的意识和感受质会继续存活下去。我能够看到一条路，从一个人的过去或未来延伸至另一个人的自我中去；在这条路上，一种形状变成另外一种形状，但这种形状还是一个整体。

时装模特笑着说：“这是我用来欺骗芝诺以及其他人的，如果你也相信这些蠢话，那我就该死了。让我给你提一些免费的建议吧。还记得感受质花园吗？你用感受质透镜看过飞蛾的意识的形状、猫头鹰强大的意识的形状以及那位年老女士的感受质的形状。她的意识的形状像一个巨大的明亮的星座，还记得当时给你留下多么深的印象吧？所以你要注意感受质的形状，飞蛾、猫头鹰、老女士的感受质形状是不同的，因为最终金字塔就是金字塔，不可能是球体。”

伽利略问：你是什么意思？

时装模特解释道：“你想想，你的意识就像一系列变形的、独特的形状。为了简洁起见，我们就说你的经验是某个复杂的金字塔的各种不同变化形式，是在感受质空间的伽利略形状的金字塔。如果我拿你这个金字塔过来玩，将金字塔的这里或那里做点改变，那么你还是伽利略，也许你会有点改变：对上帝的怀疑会多一点，对红酒的感觉会更敏锐一点。但是如果我变得异常兴奋，猛烈地摇动金字塔，将它放在手指上旋转，将它踩在我的双脚下（你知道我双脚的威力），又是踩又是捶，还请来女巫，在上面疯狂地跳舞，将它灌满红酒，完全不顾你原本就欠佳的身体状况，最后我们将金字塔变成了一个圆桶，接着又变成一个球体，然后吹一口气：伽利略的金字塔消失了！”

伽利略说：我能够接受。人应该知道自己什么时候会被击败，我的这个时刻到了。

时装模特吹了声口哨，说：“你的金字塔已经扭曲了，像一座倾斜的塔，倒向墓地。但是你的意识的形状还是像一座复杂的金字塔，而不像一个球体。不，不可能是球体，难道你不是伽利略，而是变成了一个胖修士了吗？承认吧，你不在乎永生，就像你不在乎其他东西！”

伽利略说：我不会为了自己渴望永生，但是我会为了我需要去做的事情以及我希望了解的东西而渴望永生。

时装模特说："啊，多么让人羡慕的无私精神啊！如果是这样的话，你最好重新投胎，成为其他形状或形式，不是金字塔也不是球体。比如说成为一个牛顿，他会实施你的那些计划的，甚至会有更多计划。只是牛顿永远不会希望成为伽利略（他不是唯一不想成为你的人）。相信我，你也不会喜欢成为牛顿的。也许我们这些关于科学与智慧的谈话只是一个借口。也许你是为了一个女人，一个你不想与之分开的女人。"时装模特笑着说。

伽利略说：不要将女人卷入这场肮脏的交易。

时装模特接着说："听从那个好的自我的意见吧。有一种方法可以保存金字塔和球体的形状。今晚临睡前，在你关灯的瞬间，我会复制一个一模一样的你，我还可以做更多其他的事。唯一不同的是：杀死你的不是你这颗脆弱的心脏，而是一颗新的心脏。第二天，复制的你会醒来，你的心脏会强有力地跳动，跟你年轻时一样。"

伽利略以怀疑的语气说：听上去跟你对芝诺的提议一样。我知道结果会怎样：我还会是我。

时装模特兴致勃勃地说："亲爱的朋友，你说对了。而且，作为一个出色的科学家，你得到的待遇比芝诺要好。通过科学技术，我们可以提供绝对可靠的永生。我们会制造一组双胞胎，将他们冰冻起来，每个人的脑中都输入你的记忆，这些记忆会一直有效。他们被解冻了以后，每个人都会认为自己是真的，和你一样正常。你的协议是这样的：你在这个保险单上签字，我们作为承保人会确保你的意识永远存在，这个意识与你现在的意识非常相似，以至于你会以为自己还是原来的自己。你会

发现，这个保险单可一点都不便宜，因为要确保你有永久的意识，我们必须将你那无可比拟的意识复制1000份。”



伽利略说：我觉得这不是个好主意。这些复制品也许会保证我的意识永久存在，但是每个复制品的价值是不是会按比例降低呢？如果我的意识的形状被复制了，产生了1000个与我相似的伽利略，就像一群中国兵俑[3]，那么我会永久存在，但是我不再独一无二，不再珍贵了。

时装模特说：“我还没说完呢。如果你选择我们更为昂贵的保险，我们会确保你以及你的直系亲属或好朋友（一个女人，也许是情人，或少数几个聪明人）的意识永久存在。如果她死了（但愿不会），那么就会有另外一个她出现，实际上会有成千上万个她出现，这些人可以陪你度过漫长而无聊的永恒岁月！这样你就不会失去什么，也不会感到痛苦。”

伽利略说：我选择死亡。

时装模特咧嘴笑了笑，说：“这样的话，你就能保存你的价值了吗？”

伽利略说：不是的，这样的话……

时装模特说：“好吧。我是不是应该提醒你，你的这个选择会让她也死去？”

伽利略说：一定有一项法律，禁止复制意识。

时装模特笑着打趣道：“凭什么呢？意识保护法？还是上帝的律令？”

伽利略说：我选择死亡。

时装模特大叫道：“你疯了！讲了这么多有关钻石、美丽的形状以及感受质的形状的话题，而你却要选择死亡，而且带着她一起死！”

伽利略说：她已经死了。而我只是一个扭曲的形状，就像一颗扭曲的老树，布满节疤，伤痕累累。我还在为她哭泣。钻石之所以珍贵，是因为它们很稀有，而她只有一个。我熟悉她的步伐，她说话的语调，她的思想已经变成我的思想，我们拥有共同的记忆。她的钻石投射到我的形状中，她存在于我的意识中，真实得如同我自身的存在。我的形状包含好的成分，也包含坏的成分，但是曾经我的形状是由她塑造的。如果存在于我意识中的她的形状消失了，带走了我聊以为生的记忆，那么我的意识就会崩溃，就如同一座教堂的正厅被毁了，这座教堂就被遗弃了。



直到死亡将一切彻底破坏。伽利略曾经经历过死亡，现在又经历了

一次。他拿起望远镜看向天空。他看到星星既遥远又冷漠。他又拿起显微镜看自己体内的细胞，看到它们存活，然后死亡，一点都不在乎自己。他感到一阵恐惧，站起来，半欠着身子，伸手去触摸她的手，他听到她的声音，认出这是自己女儿的形状。他看到她的钻石，有亿万个切割面，钻石的轮廓投射到他的形状中，当她与他看到同样的东西时，她形成的经验与他的一样。傍晚，阵阵微风吹过，吹皱了清澈的池塘中他的倒影。当他们交谈的时候，他们的脑几乎在同步波动。他感到女儿西莉斯特燃烧时发出的火焰就在他旁边，他还知道如果他被她的火焰碰到，他自己也会燃烧。还有成千上万，甚至几百万的人会燃烧，他从高处看到火焰吞噬了房间、屋子、城市，耀眼的光线交织在一起。

最后他失去了控制力，变得软弱，在幻象中找寻慰藉，出于恐惧找寻意义。时装模特笑了，将面具递给他，关掉灯，然后离去。



她合上他的眼睛，让他休息，

然后拉着他的手，带他走进黑暗，

两颗星星从夜空坠落。



注解

伽利略最后三个烦躁不安的梦似乎要说明以下三点。一，我们并不孤独。意识有社会性的一面，这促使它发展、扩大，赋予它价值及满足感。二，我们都是人类，我们都有生命。我们可以也应该对其他生命形式产生一定程度的认同。从这点来说，我们的意识是不朽的。三，然而，我们每个人都是独特的，因此才珍贵。没错，一个人的感受质的形状可以延伸，进入他人的感受质的形状中，但是金字塔终究不是球体，而且金字塔有一种独特的美，这种美是球体不具备的。更独特的是伽利略与西莉斯特的金字塔，他们的金字塔赋予他们特殊的价值。伽利略看穿了时装模特的交易，知道如果有1000个或100万个自己被复制出来，他会得到永生，但同时他也会被替代：他会成为一种商品。

这章末尾的引文来自菲利普·拉金的诗歌《晨歌》（与《夜幕降临之一》一章中的引文出处相同）。时装模特的图片是奥罗拉·拉图李瑞（Aurore Latuilerie）的作品，画中人物的身体截取自威廉·阿道夫·布格罗（William-Adolphe Bouguereau）[4]的画作《年轻的牧羊女》（现藏于圣地亚哥艺术博物馆），人物的头部截取自电影《我，机器人》（I，Robot）中的照片。贝多芬的画像是卡尔·杰格（Carl Jger）的作品。文中有关弥撒曲的内容参考了贝多芬的《D大调庄严弥撒》与《海利根施塔特遗嘱》。画像《圣安东尼的诱惑》（The Temptation of Saint Anthony）是大卫·瑞克特三世（David RyckaertIII）[5]的作品，现藏于佛罗伦萨皮蒂宫。大理石半身塑像雕刻的是季蒂昂的芝诺（Zeno of Citium）[6]，出土于赫库兰尼姆古城，现藏于那普勒斯国家考古博物馆，图片由Luvius.org.网站提供。埃利亚的芝诺（Zeno of Elea）[7]以其提出的悖论而闻名（如阿喀琉斯追乌龟的悖论），试图以悖论说明变化的非连贯性。在这一章中，芝诺面对的是自己的变化，包括死亡。芝诺是巴门尼德的弟子。我们在前面提过巴门尼德，他认为一切都是恒定不变的，而且一切都统一于“一”。泰密查是一位哲学家及数学家。这一

章说芝诺高大英俊，而泰密查矮小丑陋，这是毫无根据的诽谤。然而，泰密查与芝诺确实都挑战了意大利南部的一位暴君。芝诺最后被扔进石臼碾死，第欧根尼·拉尔修（Diogenes Laertius）[8]记录了芝诺追随者的言论。时装模特说“太棒了”（parfait）的时候，也许还有一层意思，指的是哲学家德里克·帕菲特（Derek Parfit）。帕菲特认为复制人的身体和脑具有哲学上的重要性（如《星际迷航》中跨越时空的意念传送）。居斯塔夫·库尔贝（Gustave Cosurbet）[9]的自画像《库尔贝与一只黑狗》（Self-Portrait with a Black Dog）现藏于巴黎的小皇宫博物馆。

兵马俑是中国秦始皇的随葬品，于公元前210～公元前209年被埋于地下，目的是帮助秦始皇管理来世的王国。秦始皇规定，所有兵俑的相貌都是不一样的。兵马俑的照片来自维基百科网站。倒塌的教堂的照片拍的是第一次世界大战期间比利时的伊普尔教堂。夜晚的欧洲的照片由美国国家航空航天局拍摄。

[1] 毕达哥拉斯（约前570—前495），古希腊哲学家、数学家，勾股定理的发现者。——译者注

[2] 阿喀琉斯是古希腊神话中的英雄人物，被称为“希腊第一勇士”。在特洛伊战争中，阿喀琉斯杀死特洛伊英雄赫克托耳，后被特洛伊王子帕里斯用箭射中脚踵而死。

[3] 兵俑是指用泥土或木头制作的士兵塑像，在古代中国，作为随葬品列队排在墓穴中。——译者注

[4] 威廉·阿道夫·布格罗（1825—1905），法国学院派画家，常以神话故事为绘画主题，以现实主义绘画技巧诠释古典主义主题，并常以女性躯体作为描绘对象。——译者注

[5] 大卫·瑞克特三世（1612—1661），弗兰德人，巴洛克风格画家。——译者注

[6] 季蒂昂的芝诺（约前334—前262），古希腊思想家，出生于塞浦路斯的季蒂昂，是斯多葛学派的创始人。——译者注

[7] 埃利亚的芝诺（约前490—前430），古希腊哲学家，以芝诺悖论而知名。——译者注

[8] 第欧根尼·拉尔修，生活于3 世纪的希腊哲学家、传记作家，生平不详，重要史料《哲人言行录》的编纂者。——译者注

[9] 居斯塔夫·库尔贝（1819—1877），法国画家，现实主义画派的创始人。——译者注

结束语

第33章　研究问题

“宣判日到了。”阿尔图里站在弗里克和留有胡子的男人中间，宣告道。

我在哪里？伽利略问道，他不知道自己是否回到了小时候的课堂里。

“提问题是我们的职责，答案是上天的恩赐。”阿尔图里严厉地说。

你知道所有问题的答案吗？伽利略壮着胆子问道。他还在想着时装模特，不知道它是不是在这里。



“天堂里就没有错误吗？尽你所能，提问吧。”阿尔图里微笑着回答。

第一个问题由弗里克提出：“你已经发现意识存在于脑中，或者说存在于脑的某些部位。你试图用数字与几何图形来测量作为整合信息（即Φ）的意识，以及意识的特性与数量。你是一位物理学家，因此我要问你：物理学家，你的测量单位是什么？”

伽利略在思考这个问题。他知道时空中的任何要素或区间都可以用来测量Φ值。合适的要素是什么呢？神经元，或一群神经元，或脑区，或整个脑、人、家庭、城市、国家、行星或恒星？或者是一些更小的要素？如分子，或原子，甚至是更小的、构成世界的粒子？我们可以在任何一个层次上测量Φ值，每次得到不同的分值。我们也可以用时间测量Φ：一瞬间、几秒钟，或者几年的时间，同样可以得到不同的分值。但是意识的分值到底是哪个？如果意识是现实的一部分，那么它不会根据测量方式不同而变化：一个人当下的意识不会因为测量方式不同而或多或少。伽利略最后说：我老了。

弗里克说：“天堂里也没有答案。”

伽利略说：我的答案是这样的。时空中的任何级别都可以用来测量Φ，但实际上存在一个级别，在这个级别，Φ值达到最大。在这个级别，整合信息在时空中是浓缩的，意识达到最强的程度，在这个级别产生了行动。

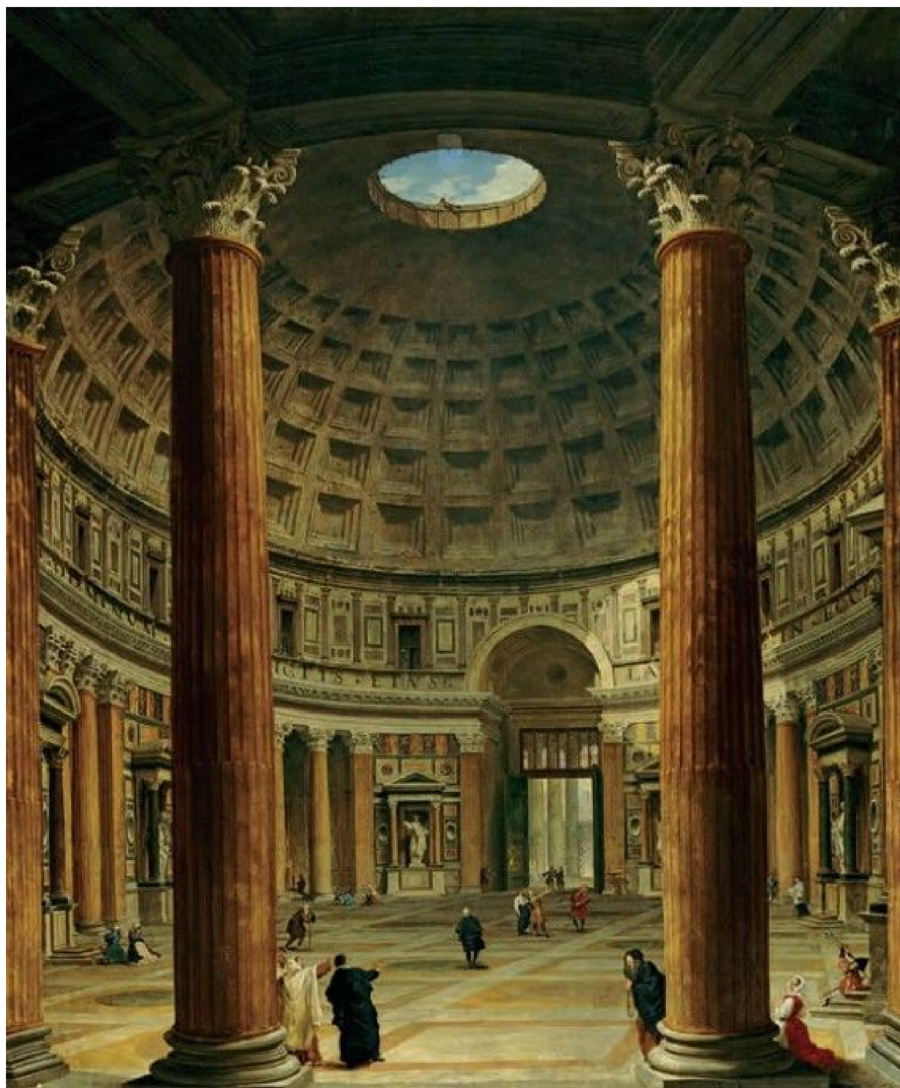
弗里克说：“在这个级别产生了世界。”

伽利略说：是的。单个神经元的Φ值可能很低，太弱了，不能引起多少变化，尽管这样的神经元数量众多。一大群神经元又太粗陋，不具

备意识所需的区别细微差别的能力。然而，一小群神经元能够同时大声说话，他们的声音能够被其他群体的神经元清楚地听到，这一小群神经元一起形成一个巨大而多变的复合体，这个复合体具有非凡的Φ值。意识可能就存在于这个复合体中。以时间测量，情况也一样：神经元之间要进行交流，一瞬间太短，来不及交流，因此一瞬间的Φ值是零。同样的，经过一整天的运作，神经元会很累。因此，一天对神经元来说太长了：一群神经元不管在早上发出什么信号，到晚上得到的结果都是一样的，因为脑内所有神经元都要休息了。合适的时间是少于一秒。在这个时间内，一群神经元发出的信号与其他神经元群体发出的信号之间的区别是最大的，此时的Φ值达到最大。你瞧，在这个时刻，意识产生了。

弗里克没有反应，于是伽利略继续问道：告诉我，神经元运作速度比我们快1000倍的脑产生的意识是不是比我们的意识要多1000倍？意识是否规定了自身产生的时间、存在的空间，以及各要素的内容？如果各要素的关系保持不变，意识是否会建立各要素的特性？

弗里克说：“天堂只接受答案，不接受提问。”



阿尔图里提出第二个问题："意识不仅仅包括已经存在的东西，还包括可能存在的东西。这不是很奇怪吗？"

伽利略说：是的，我们很快就能形成某种意识，没有什么东西产生的速度比意识更快了。意识是最真实的东西，然而它是作为一种可能性存在的。这确实很奇怪：我此刻是有意识的，不仅仅因为我的神经元以某种方式在运作（积极或不积极），还因为存在无数状态，这些状态是神经元本来可以拥有，却被某些机制排除出去的。我们从未有过的经验

肯定是潜在的经验。也许布鲁诺说得对：物质是一种可能，尽管这话很奇怪。

“也许这话对事物本身来说并不奇怪。”阿尔图里回答道，“对已经存在的东西来说，可能存在的性质是其固有的性质。”

伽利略想：就如同质量是物体所固有的。他自己曾经说过，物体的质量使加速度与物体所受外力成比例。物体的质量越大，当它受到外力时，速度变化就越小。然而，外力不需要具备质量：物体具备质量，并不需要计算由外力引起的速度变化。同样，脑具备意识，也不需要计算自身即对微小变化的反应能力。脑内转瞬即逝的、难以捉摸的意识与物体的质量相似：两者都是潜在的，然而两者又都是真实的。如同质量可以从外部吸引其他物体，意识也可以从内部照亮一个世界。

“潜在的东西变成了现实的东西：无穷（implex）、单一、复杂。”阿尔图里说，“你对着空白页所能写下的一切，敲打键盘所能打出的一切，闭上眼睛所能想到的一切，都属于意识的内容吗？”

伽利略问：整合信息是什么？是万物的基本属性吗？

阿尔图里回答：“整合信息与物质同样重要，甚至更重要。也许两者是同一样东西：万物源于比特（有生于微）。Φ是一切现象的源头。现在让我看看你学到了什么。告诉我已经存在的东西。”

伽利略说：我会告诉你我认为自己已经学到的东西。我知道只有存在差别才能产生信息。如果一种东西与其他东西没有任何区别，它怎么能够存在呢？如果一种东西没有其他选择，只有一种可能的状态，它怎么能够存在呢？我知道信息和原因是一回事：存在的东西必定是与其他东西存在差别的，有其他选择是存在的原因。

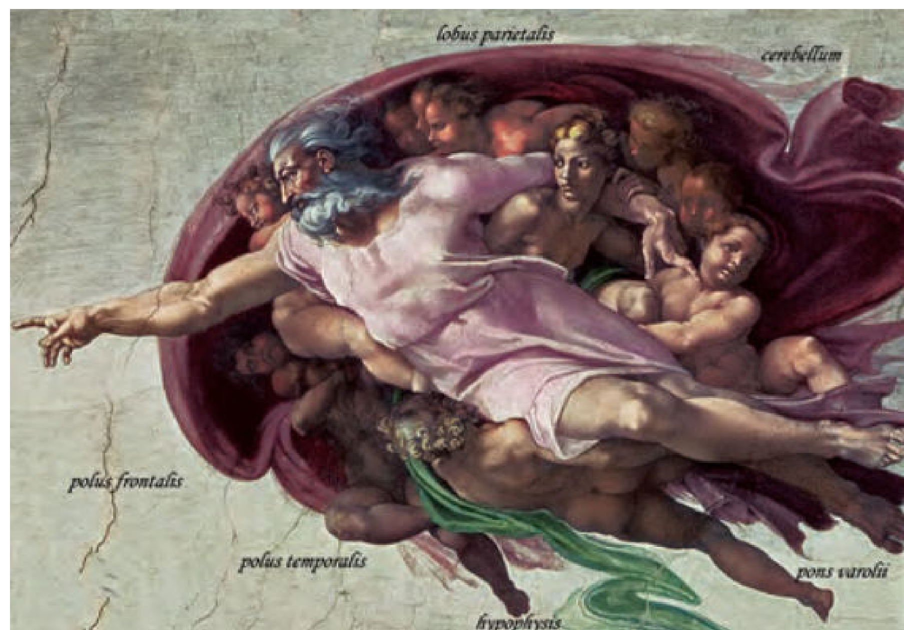
阿尔图里说："是的。最初的'门'（gate）既是物质的，又是逻辑的。但是，是否像阿那克西曼德（Anaximander）[1]说的那样，只存在一种机制，而'或非'（NOR）门是引起时空与意识产生的原因？这是将'二'整合为'一'最简单的方法吗？或者如恩培多克勒（Empedocles）[2]说的那样，真实本身就存在多样性。存在'与'（AND）门、'或'（OR）门、'非'（NOT）门，还有'复制'（COPY），可能还有更多其他的？"

伽利略不知道阿尔图里说的是什么意思，他继续说道：我还知道，信息只有被整合才能存在，只有意识（即整合信息）才是最真实的，是自发自为的存在，不需要其他东西就能存在。但是，简单的聚集体不是自发自为的存在，只要被戳一下，聚集体就会分解。可以将完全不同的物体组合到一个思想中，使其成为一个整体，如一堆沙子、一个星系，或一群人。但是这些物体只是从外部看起来是一个整体，而且需要具备意识才能看得到。

阿尔图里说："是的。就像你存在，我存在，但是我们是各自存在，不是作为一个整体存在。"

伽利略说：最后我知道，整合信息只有在它达到最大值——组成要素、空间、时间都达到最大值——的时候才存在，而且它的存在将其他一切排除在外，因为信息不能被计算两次。

阿尔图里说："是的。经验是确定的，具有边界，边界是由奥卡姆剃刀分割的。"



现在轮到留有胡子的男人提问了，他说："你已经知道意识是怎么回事，意识的性质，意识是一种感受质的形状，是由整合信息的亮点组成的星座。我来问你：这个世界是自发自为的吗？如果我们看到的世界只是幻想的世界的话，那么真实的世界是怎样的？"

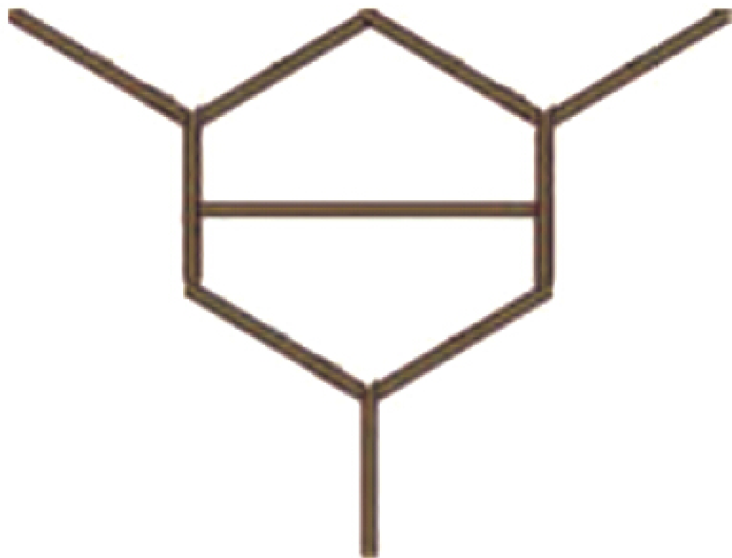
伽利略说：我知道感受质空间的几何图形包含了世界上所有的现象，规定了什么是蓝色的，什么是红色的，规定了颜色、形式、视野、声音、图像、思想。我们了解的只是我们的脑所构建的世界。一切都存在于脑中，不仅是颜色、味道，还有时间、空间、质量、数量、长度。一切都是矛盾的：脑只是一块小小的东西，却是形成整个世界唯一的根源；但是，世界也是脑唯一的根源。我知道我们就是事物本身：有时候很健康，有时候很悲惨；有时候觉得生命长得似乎看不到尽头，有时候又觉得生命出奇的短暂。

留有胡子的男人说："脑也是伟大世界的一部分。脑根据自身的规律建构，这些规律决定了各组成部分之间的结合与分化；经过物种不断演

化，脑在不断发展，积累经验。我们了解这个世界，不是像看到镜中的影像那样简单，而是要在脑内产生一种形状，使内部机制与外部机制达到和谐统一。每一种知觉都是一种记忆行为，是对规律、历史、经验的记忆。”

伽利略说：我知道知识是对内外关系的调整，使不对等的东西相一致。我们对这个世界知道得越多，理解得越多，Φ就发展得越快，内部关系与外部关系相互作用时，就会变得很活跃。超越我们知识范围的内容，我们可以猜测，但有时候我们的猜测是错误的。

“从今以后，你会成为一个瞎子，因为你看到的太多了，而且你说的真相没有一个人会相信。”留有胡子的男人说，“意识是不可简化的，独特的。意识是理解的形状，是唯一真实的形状，是存在的一切中最真实的东西。意识是一种模型，决定世界会成为什么样子。意识是独创的、骄傲的，经过几百万年的演化、一代代人的努力，以数不清的损失为代价，经过无数战争、奴隶的辛勤劳动，吸取经验教训，再历经文明的洗礼、智者的论争，这样才形成的。意识是我们的脑这台被施了魔法的织布机产生的。要想知道我们对这个世界了解多少，只要去睡觉，做个梦就行了。我们梦到的就是我们知道的，我们知道的就会被梦到。我们可以想象这个世界，但是想象不是凭空产生的。没有意识的光芒，我们就看不到任何东西。我们需要做的是寻找亮光，寻找亮光将一切统一起来的亮光。”



注解

“物质是一种可能”，这句话来自布鲁诺的著作《论原因、原则与太一》。“Implex”（无穷）这个词是保罗·瓦勒里（Paul Valéry）[3]创造的，用来说明意识在可能空间的巨大容量。“万物源于比特”（有生于微）这句话是约翰·阿奇博尔德·惠勒（John Archibald Wheeler）[4]说的，意思是所有物理世界的东西都是在基本的信息内容基础上产生的，或者说是在量子比特的基础上产生。最后一段的那句引文——“从今以后，你会成为一个瞎子，因为你看到的太多了，而且你说的真相没有一个人会相信”，来自丁尼生的诗歌《忒瑞西阿斯》（Tiresias）：雅典娜被忒瑞西阿斯看到自己的裸体后，对他说了这句话。第一幅画是乔尔乔内（Giorgione）[5]的《三位智者》（The Three Wise Men），现藏于维也纳艺术史博物馆。第二幅画像是乔万尼·保罗·帕尼尼（Giovanni Paolo Panini）[6]的作品，画的罗马万神殿内部从主祭坛到大门口的图景。这幅画是否象征着一种内在视角？第三幅是西斯廷教堂天花板上的绘画，是米开朗基罗的作品。这幅画中上帝的斗篷与人脑极为相似（米

开朗基罗将各部分画得很精细）。F.L.密歇伯格（F.L.Meshberger）在发表于《美国医学会杂志》（1990）的一篇文章中详细分析了两者的相似之处；埃米莉·狄金森也曾指出这一点。艺术家有时候靠直觉创造，有时候却是刻意而为。上帝与亚当手指中间的巨大突触象征着世界是由脑创造出来的。最后一幅图片是一个符号，这个符号对作者来说意义重大，但是作者无法对此做出解释。

[1] 阿那克西曼德（约前610— 前546）， 希腊哲学家， 米利都学派学者， 泰勒斯的学生。——译者注

[2] 恩培多克勒（约前490—前430），希腊哲学家，认为万物由火、气、水、土四种元素构成。——译者注

[3] 保罗·瓦勒里（1871—1945），法国诗人、评论家、哲学家。——译者注

[4] 约翰·阿奇博尔德·惠勒（1911—2008），美国理论物理学家。——译者注

[5] 乔尔乔内（约1477—1510），意大利文艺复兴时期画家。——译者注

[6] 乔万尼·保罗·帕尼尼（1691—1765），意大利画家、建筑家，18世纪最重要的罗马历史风景画家。——译者注

致谢

多年来我从事意识问题的研究，受到很多人的支持，或许也耗尽了一些人的耐心。在这本书漫长的构思阶段，基娅拉·西瑞里（Chiara Cirelli）与莱斯·吉拉蒂（Lice Ghilardi）提出了宝贵的意见。我的朋友兼同事克里斯托弗·科赫20多年来致力于意识科学研究，为我这本书的出版出了不少力，还与我探讨书中的一些想法，贡献他的真知灼见。我要特别感谢马塞洛·马西米尼（Marcello Massimini）、奥拉夫·斯伯恩斯与兰迪·麦金托什（Randy McIntosh），他们帮助我厘清了书中的概念。我还要感谢很多人，我经常与他们探讨意识的本质问题，他们的著作不仅让我学到了知识，还获取了灵感。这些人包括：克里斯·阿达米（Chris Adami）、麦克·阿尔基尔（Mike Alkire）、乔治·阿斯科利（Giorgio Ascoli）、伯尼·巴尔斯（Bernie Baars）、大卫·巴尔杜齐（David Balduzzi）、苏珊·布莱克莫尔（Susan Blackmore）、内德·布洛克（Ned Block）、梅拉妮·伯利（Melanie Boly）、久瑞·布兹萨奇（Gyuri Buzsaki）、大卫·查默斯（David Chalmers）、帕特里夏·丘奇兰德（Patricia Churchland）、已故的弗朗西斯·克里克、吉姆·克拉奇菲尔德（Jim Crutchfield）、安东尼奥·达马西奥（Antonio Damasio）、里奇·戴维森（Richie Davidson）、斯坦·德黑尼（Stan Dehaene）、丹·丹尼特（Dan Dennett）、杰拉尔德·埃德尔曼（Gerald Edelman）、卡尔·弗利斯顿（Karl Friston）、斯蒂芬诺·弗西（Stefano Fusi）、迈克尔·加扎尼加（Michael Gazzaniga）、艾伦·霍布森（Allan Hobson）、托尼·赫德兹（Tony Hudetz）、托德·希尔顿（Todd Hylton）、锡德·库德尔（Sid Kouider）、哈柯文·劳（Hakwan Lau）、史蒂文·劳瑞斯（Steven Laureys）、大卫·利奥波德（David Leopold）、鲁道夫·利纳斯（Rodolfo Llinas）、托马斯·梅茨格（Thomas Metzinger）、里德·蒙塔

古（Read Montague）、吉姆·奥尔茨（Jim Olds）、布拉德·波斯特尔（Brad Postle）、马克·雷歇尔（Marc Raichle）、尼克·希夫（Niko Schiff）、安迪·施瓦茨（Andy Schwartz）、约翰·塞尔（John Searle）、沃尔夫·辛格（Wolf Singer）、土谷尚嗣（Nao Tsuchiya）、巴里·凡·维恩（Barry van Veen）。几位朋友还阅读了这本书很不成熟的草稿，并提出有用的意见。我要特别感谢麦克·阿尔基尔、乔治·阿斯科利、鲁思·本卡（Ruth Benca）、加布里埃尔·比拉（Gabriele Biella）、亚历克斯·博伯利（Alex Borbely）、马可·卡索纳托（Marco Casonato）、葆拉·德·阿斯卡尼奥（Paola d扐scanio）、乔瓦纳·德·洛伦茨（Giovanna De Lorenzi）、乌戈·法拉古纳（Ugo Faraguna）、法比奥·费拉瑞里（Fabio Ferrarelli）、斯蒂芬诺·弗西、鲍勃·戈尔登（Bob Golden）、肖恩·希尔（Sean Hill）、艾伦·霍布森、查利·考夫曼（Charlie Kaufman）、内德·卡林（Ned Kalin）比尔·林顿（Bill Linton）、克里斯蒂阿诺·梅奥西（Cristiano Meossi）、乔治·米克洛斯（George Miklos）、尤沃·尼尔（Yuval Nir）、皮特罗·皮特瑞尼（Pietro Pietrini）、布拉德·波斯特尔、詹恩·路易吉·萨拉瑞斯（Gian Luigi Salaris）、欧内斯特纳·斯基帕尼（Ernestina Schipani）、鲍勃·谢伊（Bob Shaye）、奥拉夫·斯伯恩斯、艾琳·托布勒（Irene Tobler）、伊夫·反·科特（Eve van Cauter）、弗拉德·弗亚佐夫斯基（Vlad Vyazovskiy）。我特别不擅长做某些事情，如与人通信，画草图，获得某些单位或个人的许可。我非常幸运，能够得到玛莎·菲斯特·金斯考（Martha Pfister-Genskow）的帮助，她为这些事情操了不少心。我父亲将这本书的草稿翻译成意大利文，并与我母亲一起催促我写作（这是我要感谢他们的另外一个小小的原因）。当我开始写这本书的时候，我没有想过真的会有人读，更别提出版了。由于这本书的形式不常见，我以为没人会对它感兴趣。但是我想错了：丹·弗兰克（Dan Frank）思想

开放，他仔细阅读了这本书，并马上给出颇有见地的建议。从那以后，与他交流就是一种真正的乐趣。只有对科学怀有热情，写作这样一本书才能成为一种享受。我还要感谢麦克唐奈基金会、国防高等研究计划署、国立卫生研究院、国家心理卫生研究院、国家神经疾病与中风研究院，还要感谢伟康公司的大卫·怀特。最后，我要感谢我的实验室、系所、医学院、威斯康星大学医学基金会以及威斯康星大学为我提供的支持。